

INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACION DEL QUINTO PISO DEL
BLOQUE H SEGÚN LOS REGLAMENTOS RETILAP Y RETIE

STEPHANIA ALZATE CORREA
JULIO CESAR ARISTIZABAL ROMERO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA ELÉCTRICA
PEREIRA
2013

INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACION DEL QUINTO PISO DEL
BLOQUE H SEGÚN LOS REGLAMENTOS RETILAP Y RETIE

STEPHANIA ALZATE CORREA
JULIO CESAR ARISTIZABAL ROMERO

Trabajo de grado
para optar al título de
Tecnólogo en Electricidad

Director:
Santiago Gómez Estrada
Ingeniero Electricista
Docente Programa de Tecnología Eléctrica

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA ELÉCTRICA
PEREIRA
2013

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

“A Dios por darme la oportunidad de llegar a esta etapa de mi vida y haberme dado salud para lograr mis objetivos y metas propuestas. A mi madre María Carmenza y a mi padre Julio Cesar por sus consejos, por la motivación constante que me brindaron, por hacerme una persona de bien, por su infinito amor y por ayudarme a concluir una de las etapas más importantes en mi vida, ser una profesional. A mi abuela Ana por ser una segunda madre, darme todo el amor y el apoyo necesario para salir adelante. A mi hermana Katherine por estar conmigo y apoyarme siempre. A mis tíos Didier y María Eugenia, a mis primos Sebastián, Johanna Paola y Ana María por sus enseñanzas y por su amor. A Oscar Salazar por enseñarme a enfrentar los obstáculos con alegría, por grabar en mi mente muchos momentos llenos de felicidad y el apoyo incondicional y a su familia por estar pendiente de mí en todo momento y acogerme como si hiciera parte de ella ¡Muchas gracias! A mis maestros por impulsar al desarrollo de nuestra formación; a mis compañeros Julio Cesar Aristizabal, Lorena Lozano, Delio Hernández, Katherine Bedoya y Diego Azcarate por su ayuda y amistad incondicional y demás compañeros que estuvieron conmigo en los buenos y malos momentos”.

Stephania Alzate Correa

“Inicialmente desearía dedicar este trabajo de grado a mi familia y a todos mis amigos, compañeros y conocidos que creyeron en mis habilidades y capacidades para enfrentar esta dura pero beneficiosa e inculcadora prueba que es establecerme como una persona profesional en el campo laboral. A mis padres, Luz Mary Romero y Clareth Antonio Aristizabal, por todo el empeño, la compañía que me brindaron en las situaciones malas y buenas a lo largo de mi carrera, por inculcarme todos los valores necesarios para asumir riesgos, derrumbar obstáculos y a tener una visión amplia sobre el futuro. A mi hermana Paola Milena, por su apoyo incondicional, su carácter al darme opiniones sobre situaciones en las que he perdido el rumbo y su tenacidad al enfrentarme cuando estoy errando. Y por supuesto, por ser mí mejor amiga. A mi compañera Stephania Alzate por todos los esfuerzos que conllevo la finalización de este trabajo; por su perseverancia y responsabilidad alrededor del establecimiento del mismo. A mis maestros que me inculcaron los conocimientos necesarios para desarrollar este trabajo y que gracias a su perseverancia al enseñar puedo superar esta etapa en mi vida”.

Julio Cesar Aristizabal Romero

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser nuestra fuente de inspiración, en momentos de angustia, dedicación, aciertos y reveses, alegrías y tristezas que caracterizan el camino de nuestras vidas y sin cuyo empuje no hubiese sido posible.

A nuestros padres por su apoyo incondicional, por su amor, por sus consejos y fortalezas que nos ayudaron a afrontar los momentos más difíciles.

Al Ingeniero Santiago Gómez Estrada por su colaboración, dedicación, tiempo y ayuda brindada para la elaboración de este trabajo de grado, y a nuestros maestros de la escuela por habernos brindado sus conocimientos y habernos hechos personas de bien.

A todas y todos quienes de una u otra forma han colocado un granito de arena para el logro de este trabajo de grado, agradecemos de forma sincera su valiosa colaboración.

Stephania Alzate Correa
Julio Cesar Aristizabal Romero

GLOSARIO

ALCANCE característica de una luminaria que indica la extensión que alcanza la luz en la dirección longitudinal del camino.

AREA DE TRABAJO es el lugar del centro de trabajo, donde normalmente un trabajador desarrolla sus actividades.

BRILLO es la intensidad luminosa de una superficie en una dirección dada, por unidad de área proyectada de la misma.

BOMBILLA O LÁMPARA término genérico para denominar una fuente de luz fabricada por el hombre.

CAMPO VISUAL lugar geométrico de todos los objetos o puntos en el espacio que pueden ser percibidos cuando la cabeza y los ojos de un observador se mantienen fijos.

CANDELA (CD) unidad del Sistema Internacional (SI) de intensidad luminosa. Una candela es igual a un lúmen por estereorradián.

COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN (CU Ó K) relación entre el flujo luminoso que llega a la superficie a iluminar (flujo útil) y el flujo total emitido por una luminaria.

DENSIDAD DE FLUJO LUMINOSO cociente del flujo luminoso por el área de la superficie cuando ésta última está iluminada de manera uniforme.

DESLUMBRAMIENTO sensación producida por la luminancia dentro del campo visual que es suficientemente mayor que la luminancia a la cual los ojos están adaptados y que es causa de molestias e incomodidad o pérdida de la capacidad visual y de la visibilidad.

EFICACIA LUMINOSA DE UNA FUENTE relación entre el flujo luminoso total emitido por una fuente luminosa (bombilla) y la potencia de la misma.

EFICIENCIA DE UNA LUMINARIA relación de flujo luminoso, en lúmenes, emitido por una luminaria y el emitido por la bombilla o bombillas usadas en su interior.

FACTOR DE BALASTO se define como la relación entre el flujo luminoso de la bombilla funcionando con el balasto de producción y el flujo luminoso de la misma bombilla funcionando con el balasto de referencia.

FACTOR DE MANTENIMIENTO (FM) factor usado en el cálculo de la luminancia e iluminancia después de un período dado y en circunstancias establecidas.

FACTOR DE UTILIZACIÓN DE LA LUMINARIA (K) relación entre el flujo luminoso que llega a la calzada (flujo útil) y el flujo total emitido por la luminaria.

FLUJO LUMINOSO (Φ) cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en todas las direcciones por unidad de tiempo. Su unidad es el lúmen (lm).

FUENTE LUMINOSA dispositivo que emite energía radiante capaz de excitar la retina y producir una sensación visual.

ILUMINANCIA (E) densidad del flujo luminoso que incide sobre una superficie. La unidad de iluminancia es el lux (lx).

ILUMINANCIA PROMEDIO HORIZONTAL MANTENIDA (EPROM) valor por debajo del cual no debe descender la iluminancia promedio en el área especificada

ÍNDICE DE DESLUMBRAMIENTO UNIFICADO (UGR) es el índice de deslumbramiento molesto procedente directamente de las luminarias de una instalación de iluminación interior, definido en la publicación CIE (Comisión Internacional de Iluminación) N° 117.

INSPECCION conjunto de actividades tales como medir, examinar, ensayar o comparar con requisitos establecidos, una o varias características de un producto o instalación eléctrica, para determinar su conformidad.

LÚMEN (lm) unidad de medida del flujo luminoso en el Sistema Internacional (SI).

LUMINANCIA (L) en un punto de una superficie, en una dirección, se interpreta como la relación entre la intensidad luminosa en la dirección dada producida por un elemento de la superficie que rodea el punto, con el área de la proyección ortogonal del elemento de superficie sobre un plano perpendicular en la dirección dada.

LUMINARIA aparato de iluminación que distribuye, filtra o transforma la luz emitida por una o más bombillas o fuentes luminosas y que incluye todas las partes necesarias para soporte, fijación y protección de las bombillas, pero no las bombillas mismas.

LUX (lx) unidad de medida de iluminancia en el Sistema Internacional (SI). Un lux es igual a un lúmen por metro cuadrado ($1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$).

NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN MANTENIDOS son los niveles de iluminación adecuado a la tarea que se realiza en un local o en una vía.

ONAC Organismo Nacional de Acreditación de Colombia

PLANO DE TRABAJO es la superficie horizontal, vertical u oblicua, en la cual el trabajo es usualmente realizado, y cuyos niveles de iluminación deben ser especificados y medidos.

POTENCIA NOMINAL DE UNA FUENTE LUMINOSA potencia requerida por la fuente luminosa, según indicación del fabricante, para producir el flujo luminoso nominal. Se expresa en vatios (W).

REGLAMENTO TÉCNICO documento en el que se establecen las características de un producto, servicio o los procesos y métodos de producción, con inclusión de las disposiciones administrativas aplicables y cuya observancia es obligatoria.

RETIE O Retie acrónimo del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas adoptado por Colombia.

SEGURIDAD estado de riesgo aceptable o actitud mental de las personas.

VALOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN VEII valor que mide la eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona de actividad diferenciada, cuya unidad de medida es (W/m^2) por cada 100 luxes.

CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCION	19
OBJETIVOS	20
OBJETIVO GENERAL	20
OBJETIVOS ESPECIFICOS	20
1 CONCEPTOS BASICOS.....	21
1.1 ILUMINACIÓN.....	21
1.2 INSPECCIONES ELÉCTRICAS.....	21
1.3 GENERALIDADES DEL DISEÑO DE ILUMINACIÓN.....	21
1.3.1 Diseño de Iluminación.....	22
1.3.2 Uso racional de energía en iluminación	23
1.3.2.1 Sector residencial.....	23
1.3.2.2 Sector comercial e industrial	23
1.3.2.3 Iluminación exterior y público	24
1.4 FUENTES LUMINOSAS ELÉCTRICAS	24
1.4.1 Lámparas de mercurio baja presión (fluorescentes con balasto independiente)	25
1.4.1.1 Requisitos de producto.....	25
1.4.1.2 Porta bombillas para lámparas fluorescentes (socket).....	26
1.5 BALASTOS	27
1.5.1 Balastos electrónicos	28
1.6 DURACIÓN O VIDA ÚTIL DE LA FUENTE LUMÍNICA.....	29
1.6.1 Curvas de depreciación luminosa de las fuentes	29
1.6.2 Curva de mortalidad ó de vida promedio de las fuentes luminosas	30
1.7 APROVECHAMIENTO DE LA LUZ NATURAL	30
1.8 CONTROL DEL DESLUMBRAMIENTO.....	32
1.8.1 Niveles de iluminancia y deslumbramiento	33
1.9 UNIFORMIDAD	37
1.10 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN.....	38
2 DISEÑO DE ILUMINACIÓN INTERIOR.....	41
2.1 ILUMINACIÓN EN LOCALES DE TRABAJO INTERIOR.....	41
2.1.1 Requisitos generales del diseño	41
2.1.2 Iluminación de oficinas.....	42
2.1.3 Iluminación en instituciones educativas, salas de lectura y auditorios. ...	43
2.1.3.1 Iluminación de aulas de clase	43

2.2	INSTALACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN.....	44
2.3	DATOS PREVIOS A TENER EN CUENTA EN EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN.....	45
2.3.1	Método de cálculo.....	45
2.3.2	Iluminación de emergencia.....	46
2.3.2.1	Clases de iluminación de emergencia.....	46
2.4	CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN INTERIOR.....	47
2.4.1	Medición de iluminancia general de un salón.....	47
2.4.1.1	Medición de iluminancia promedio, en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas.....	47
2.4.1.2	Áreas regulares luminaria simple con localización simétrica.....	49
2.4.1.3	Áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila.....	49
2.4.1.4	Áreas regulares con luminarias de dos o más filas.....	50
2.4.1.5	Áreas regulares con fila continua de luminarias individuales.....	51
2.5	INSTRUMENTOS DE MEDICION DE ILUMINACION.....	52
2.5.1	Medidor de flujo luminoso.....	52
2.5.1.1	Medidor de iluminancia.....	52
2.5.1.2	Medidor de luminancia.....	53
2.6	FORMATOS.....	54
3	DIAGNOSTICO GENERAL.....	58
3.1	LÁMPARAS Y LUMINARIAS.....	58
3.1.1	Lámparas.....	58
3.1.1.1	Potencia, Vida Útil y Eficacia luminosa.....	59
3.1.2	Luminarias.....	60
3.1.2.1	Requisitos eléctricos y mecánicos de las luminarias.....	60
3.1.2.2	Carcasas.....	61
3.1.2.3	Balastos.....	61
3.2	MANTENIMIENTO.....	62
3.3	ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA.....	63
3.4	DATOS ESPECIFICOS DE CADA AREA INSPECCIONADA.....	63
3.4.1	Salón de clase H-501.....	64
3.4.2	Salón de clase H-502.....	65
3.4.3	Salón de clase H-503.....	66
3.4.4	Oficina de bellas artes H-503.....	67
3.4.5	Salón de clase H-504.....	68
3.4.6	Baño de mujeres H-505.....	69
3.4.7	Salón de clase H-506.....	70
3.4.8	Sala de reuniones de maestría H-507.....	71
3.4.9	Salón de clase H-508.....	72
3.4.10	Sala de dibujo H-510.....	73
3.4.11	Salón de clase H-511.....	74
3.4.12	Baño de Hombres H-512.....	75
3.4.13	Univirtual oficina H-513.....	76

3.4.14	Hall de Univirtual H-513	77
3.4.15	Sala de reuniones de bellas artes H-514	78
3.4.16	Salón de clases H-515	79
3.4.17	Hall	80
3.4.18	Pasillo A	81
3.4.19	Pasillo B	82
3.5	ANÁLISIS DE RESULTADOS	83
3.5.1	Datos del nivel de iluminancia promedio de cada área	83
3.5.2	Datos del índice de deslumbramiento unificado de cada área inspeccionada	84
3.5.3	Datos del valor de eficiencia energética de cada área inspeccionada	85
4	REDISEÑO	88
4.1	ANÁLISIS DE REDISEÑO POR SALON.....	88
4.1.1	Rediseño del salón de clase H-502.....	89
4.1.2	Rediseño del salón de clase H-503.....	90
4.1.3	Rediseño de la oficina de bellas artes H-503.....	91
4.1.4	Rediseño del salón de clase H-504.....	92
4.1.5	Rediseño de los baños de mujeres H-505	93
4.1.6	Rediseño del salón de clase H-508.....	94
4.1.7	Rediseño sala de dibujo H-510	95
4.1.8	Rediseño del salón de clase H-511.....	96
4.1.9	Rediseño del Hall Univirtual H-513	97
4.1.10	Rediseño del salón de clase H-515.....	98
4.1.11	Rediseño del Hall	99
4.2	DATOS DEL NIVEL DE ILUMINANCIA PROMEDIO DE CADA AREA REDISEÑADA.....	100
4.3	DATOS DEL ÍNDICE DE DESLUMBRAMIENTO UNIFICADO DE CADA ÁREA REDISEÑADA	100
4.4	DATOS DEL VALOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE CADA ÁREA REDISEÑADA.....	101
5	CONCLUSIONES	104
6	RECOMENDACIONES	106
7	ANEXOS	111

Lista de Tablas

Pág.

Tabla 1 Valores mínimos de eficacia lumínica en tubos fluorescentes	25
Tabla 2 Eficacia mínima de lámparas fluorescentes T12.....	26
Tabla 3 Máximo factor de cresta admitido para un balasto, según los tipos de bombilla.....	27
Tabla 4 Mínimo factor de balasto exigido, para balastos de lámparas fluorescentes	28
Tabla 5 Índice UGR máximo y Niveles de iluminancia (lx) exigibles para diferentes áreas y actividades	33
Tabla 6 Uniformidades y relación entre iluminancias de áreas circundantes inmediatas al área de tarea.....	37
Tabla 7 Valores límite de eficiencia energética de la instalación (VEEI).....	39
Tabla 8 Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo	54
Tabla 9 Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón.....	55
Tabla 10 Formato 3. Medición de la iluminancia en el puesto de trabajo.	56
Tabla 11 Formato 4. Especificación de la instalación de iluminación.	57
Tabla 12 Requisitos de marcación de las lámparas.....	58
Tabla 13 Potencia, Vida útil y Eficacia luminosa.....	59
Tabla 14 Requisitos de marcación de balastos.....	61
Tabla 15 Resultados del salón de clase H-501	64
Tabla 16 Resultados del salón de clase H-502.....	65
Tabla 17 Resultados del salón de clase H-503.....	66
Tabla 18 Resultados de la oficina de bellas artes H-503.....	67
Tabla 19 Resultados del salón de clase H-504.....	68
Tabla 20 Resultados del baño de mujeres H-505.....	69
Tabla 21 Resultados del salón de clase H-506.....	70
Tabla 22 Resultados de la sala de reuniones de maestría H-507.....	71
Tabla 23 Resultados del salón de clase H-508.....	72
Tabla 24 Resultados de la sala de dibujo H-510.....	73
Tabla 25 Resultados del salón de clase H-511.....	74
Tabla 26 Resultados del baño de hombres H-512.....	75
Tabla 27 Resultados de la oficina de Univirtual H-513	76
Tabla 28 Resultados del hall de Univirtual H-513	77
Tabla 29 Resultados de la sala de reuniones de bellas artes H-514	78
Tabla 30 Resultados del salón de clase H-515.....	79
Tabla 31 Resultados del Hall	80
Tabla 32 Resultados pasillo parte A	81
Tabla 33 Resultados pasillo parte B	82
Tabla 34 Niveles de iluminancia promedio.....	83

Tabla 35 Índice de deslumbramiento unificado UGR	84
Tabla 36 Valor de eficiencia energética de la instalación	85
Tabla 37 Resultados del rediseño del salón de clase H-502	89
Tabla 38 Resultados del rediseño del salón de clase H-503	90
Tabla 39 Resultados del rediseño de la oficina de bellas artes H-503.....	91
Tabla 40 Resultados del rediseño del salón de clase H-504	92
Tabla 41 Resultados rediseño de los baños de mujeres H-505.....	93
Tabla 42 Resultados del rediseño del salón de clase H-508	94
Tabla 43 Resultados del rediseño de la sala de dibujo H-510	95
Tabla 44 Resultados del rediseño del salón de clase H-511	96
Tabla 45 Resultados del rediseño del Hall de Univirtual H-513	97
Tabla 46 Resultados del rediseño del salón de clase H-515	98
Tabla 47 Resultados del rediseño del Hall	99
Tabla 48 Nivel de iluminancia promedio	100
Tabla 49 Índice de deslumbramiento unificado	100
Tabla 50 Valor de eficiencia energética	101

Lista de Figuras

Pág.

Figura 1 Aulas sujetas a la misma necesidad de iluminación que las oficinas.....	43
Figura 2 Iluminación adicional sobre el tablero.	44
Figura 3 Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas.....	48
Figura 4 Puntos de medición de iluminancia de una luminaria en la cuadrícula de un local con una sola luminaria.....	49
Figura 5 Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con luminarias individuales en una sola fila.....	49
Figura 6 Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con dos o más filas de luminarias.....	50
Figura 7 Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con una fila continua de luminarias.....	51
Figura 8 Marcación de las lámparas	59
Figura 9 Parte interna de una luminaria para lámpara tubular fluorescente.....	60
Figura 10 Carcasa de las luminarias.....	61
Figura 11 Balastos	62
Figura 12 Plan de mantenimiento	62
Figura 13 Señalización de evacuación y gabinete de incendios	63
Figura 14 Vista previa del salón de clase H-501	64
Figura 15 Distribución de las luminarias del salón de clase H-501	64
Figura 16 Vista previa del salón de clase H-502.....	65
Figura 17 Distribución de las luminarias del salón de clase H-502.....	65
Figura 18 Vista previa del salón de salón de clase H-503	66
Figura 19 Distribución de las luminarias H-503.....	66
Figura 20 Vista previa de la oficina de bellas artes H-503	67
Figura 21 Distribución de las luminarias de la oficina de bellas artes H-503	67
Figura 22 Vista previa del salón de clase H-504.....	68
Figura 23 Distribución de las luminarias del salón de clase H-504.....	68
Figura 24 Vista previa del baño de mujeres H-505	69
Figura 25 Distribución de las luminarias del baño de mujeres H-505	69
Figura 26 Vista previa del salón de clase H-506.....	70
Figura 27 Distribución de las luminarias del salón de clase H-506.....	70
Figura 28 Vista previa de la sala de reuniones maestría H-507.....	71
Figura 29 Distribución de las luminarias de la sala de reuniones de maestría H-507	71
Figura 30 Vista previa del salón de clase H-508.....	72
Figura 31 Distribución de las luminarias del salón de clase H-508.....	72
Figura 32 Vista previa de la sala de dibujo H-510.....	73

Figura 33 Distribución de las luminarias de la sala de dibujo H-510.....	73
Figura 34 Vista previa del salón de clase H-511	74
Figura 35 Distribución de las luminarias del salón de clase H-511	74
Figura 36 Vista previa del baño de hombres H-512.....	75
Figura 37 Distribución de las luminarias baño de hombres H-512.....	75
Figura 38 Vista previa de la oficina de Univirtual H-513	76
Figura 39 Distribución de las luminarias de la oficina de Univirtual H-513.....	76
Figura 40 Vista previa del hall de Univirtual H-513	77
Figura 41 Distribución las luminarias H-513 pasillo	77
Figura 42 Vista previa de la sala de reuniones de bellas artes H-514	78
Figura 43 Distribución de las luminarias de la sala de reuniones de bellas artes H-514.....	78
Figura 44 Vista previa del salón H-515	79
Figura 45 Distribución de las luminarias H-515.....	79
Figura 46 Vista previa del Hall	80
Figura 47 Distribución de las luminarias del Hall	80
Figura 48 Vista previa del pasillo parte A.....	81
Figura 49 Distribución de las luminarias pasillo parte A.....	81
Figura 50 Vista previa del pasillo parte B.....	82
Figura 51 Distribución de las luminarias pasillo parte B.....	82
Figura 52 Iluminancia promedio de los salones	86
Figura 53 UGR de la totalidad de los salones.....	86
Figura 54 Valor de Eficiencia Energética de los salones	87
Figura 55 Plano del quinto piso del bloque H.....	88
Figura 56 Vista previa del rediseño del salón de clase H-502	89
Figura 57 Distribución de las luminarias del rediseño del salón de clase H-502....	89
Figura 58 Vista previa del rediseño del salón de clase H-503	90
Figura 59 Distribución de las luminarias del rediseño del salón de clase H-503....	90
Figura 60 Vista previa del rediseño de la oficina de bellas artes H-503.....	91
Figura 61 Distribución de luminarias del rediseño de la oficina de bellas artes H-503.....	91
Figura 62 Vista previa del rediseño del salón de clase H-504	92
Figura 63 Distribución de las luminarias H-504.....	92
Figura 64 Vista previa del rediseño de los baños de mujeres H-505	93
Figura 65 Distribución de las luminarias del rediseño del baño de mujeres H-505	93
Figura 66 Vista previa del rediseño del salón de clase H-508	94
Figura 67 Distribución de las luminarias H-508.....	94
Figura 68 Vista previa del rediseño de la sala de dibujo H-510	95
Figura 69 Distribución de las luminarias de la sala de dibujo H-510.....	95
Figura 70 Vista previa del rediseño H-511	96
Figura 71 Distribución de las luminarias H-511.....	96
Figura 72 Vista previa del rediseño del Hall de Univirtual H-513	97
Figura 73 Distribución de las luminarias del rediseño del Hall de Univirtual H-513	97
Figura 74 Vista previa del rediseño del salón de clase H-515	98
Figura 75 Distribución de las luminarias del rediseño del salón de clase H-515....	98

Figura 76 Vista previa del rediseño del Hall.....	99
Figura 77 Distribución de las luminarias del Hall	99
Figura 78 Iluminancia promedio de los salones	102
Figura 79 UGR de la totalidad de los salones.....	102
Figura 80 Valor de Eficiencia Energética de los salones	103

Lista de Anexos

	Pág.
ANEXO A. SALÓN DE CLASE H-501	111
ANEXO B. SALON DE CLASE H-502	114
ANEXO C. OFICINA DE BELLAS ARTES H-503 PARTE A	117
ANEXO D. OFICINA DE BELLAS ARTES H-503 PARTE B	120
ANEXO E. SALON DE CLASE H-503	123
ANEXO F. SALON DE CLASE H-504.....	126
ANEXO G. BAÑO DE MUJERES H-505.....	129
ANEXO H. SALON DE CLASE H-506	132
ANEXO I. SALA DE REUNIONES MAESTRIA H-507	135
ANEXO J. SALON DE CLASE H-508	138
ANEXO K. SALA DE DIBUJO H-510	141
ANEXO L. SALON DE CLASE H-511	144
ANEXO M. BAÑO DE HOMBRES H-512.....	147
ANEXO N. HALL DE UNIVIRTUAL H-513.....	150
ANEXO O. UNIVIRTUAL OFICINA H-513.....	153
ANEXO P. SALA DE REUNIONES BELLAS ARTES H-514.....	156
ANEXO Q. SALON DE CLASE H-515	159
ANEXO R. HALL	162
ANEXO S. PASILLO A1	165
ANEXO T. PASILLO A2	168
ANEXO U. PASILLO A3.....	171
ANEXO V. PASILLO B1.....	174
ANEXO W. PASILLO B2.....	177
ANEXO X. PASILLO B3.....	180

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo principal realizar la inspección de la instalación lumínica del quinto piso del Bloque H de la Universidad Tecnológica de Pereira, con el fin de detectar las posibles deficiencias que existan en la instalación eléctrica, y que puedan poner en riesgo la salud o incluso la vida de las personas que allí realizan sus actividades de aprendizaje o enseñanza, además de realizar la medición de los niveles de iluminación de cada una de sus diferentes áreas, de tal modo que se pueda determinar si los niveles de iluminación se encuentran en el rango requerido para llevar a cabo las actividades sin que se pueda afectar el rendimiento de los estudiantes o el normal desempeño de las funciones administrativas que allí se desarrollen diariamente.

En la realización de la inspección lumínica se tiene en cuenta lo exigido en el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP, y el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, ya que se hace obligatoria la inspección de toda instalación eléctrica y lumínica para verificar que estas cumplan debidamente con dichos reglamentos y verificar cuales son las fallas del sistema que no garantizan los niveles y calidades de la energía lumínica requerida en la actividad visual, la seguridad en el abastecimiento energético, la protección del consumidor y la instalación necesaria.

La medición de los niveles de iluminación promedio de cada una de las áreas de la institución se realizó con base a las técnicas exigidas por el RETILAP para las diferentes configuraciones de luminarias en áreas regulares. Además de simular el nivel de iluminación de cada una de estas áreas, con el estado actual del sistema de iluminación y luego con el rediseño hecho después de tener en cuenta los niveles exigidos por el RETILAP para este tipo de lugares. La herramienta utilizada para la simulación es el programa DIALux.

Palabras claves: Iluminación, Inspección lumínica, RETIE, RETILAP, DIALux, Formato de inspección, luxómetro, Luminaria, VEEL, UGR, Eprom, Eficiencia energética, iluminación interior.

INTRODUCCION

Actualmente las personas permanecen más tiempo al interior de edificaciones. La mayoría de sus actividades, como las académicas, familiares, laborales, de ocio, entre otras se desarrolla en recintos cerrados. El empleo de la vista de forma intensa y continua requiere una iluminación eficaz para conseguir condiciones óptimas que reduzcan al máximo el esfuerzo visual y aumente los niveles de productividad en la realización de las tareas. Se ha comprobado también que una iluminación de buena calidad repercute directamente en el estado de ánimo de las personas.

Un mal diseño del sistema lumínico puede provocar lesiones físicas por la ausencia o exceso de luz, como: fatiga ocular, reducción de la capacidad visual, disminución de la agudeza visual, y la adopción de posturas inadecuadas desde el punto de vista ergonómico. En contraste, la correcta construcción de un sistema de iluminación, puede mejorar el rendimiento laboral y educacional significativamente.

En nuestro país existen reglamentos como lo son el RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas) y el RETILAP (Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público) los cuales establecen medidas que garantizan la seguridad de las personas, de la vida animal y vegetal y de la preservación del medio ambiente, previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico.

Por lo anterior, el desarrollo de este trabajo se hace pertinente dado que busca hacer una inspección lumínica del quinto piso del bloque H de la Universidad Tecnológica de Pereira, que al ser construido antes de la fecha de expedición del RETILAP (Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público), puede presentar deficiencias en el diseño del sistema de iluminación y ser un problema latente para las personas que utilizan o se encuentran presentes en las instalaciones. El alcance del trabajo incluye una propuesta para el rediseño de la instalación eléctrica de iluminación, que garantice el cumplimiento de los lineamientos del dictamen de inspección y verificación de iluminación interior según el RETILAP.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar la inspección lumínica del quinto piso del bloque H de la Universidad Tecnológica de Pereira con base a los lineamientos contenidos en el RETILAP (Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público) y el RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas).

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar el dictamen de inspección y verificación de la iluminación interior según el RETILAP para las instalaciones eléctricas de iluminación del quinto piso del bloque H de la Universidad Tecnológica de Pereira.
- Determinar la cantidad y la ubicación de las luminarias que son necesarias para garantizar los niveles óptimos de iluminación a través de su simulación en el software DIALux.
- Desarrollar una propuesta de rediseño de las instalaciones eléctricas de iluminación del quinto piso del bloque H de acuerdo con el RETIE y el RETILAP, en caso tal que el sistema de iluminación no apruebe el dictamen de inspección del RETILAP.

1 CONCEPTOS BASICOS

1.1 ILUMINACIÓN

La iluminación de espacios tiene alta relación con las instalaciones eléctricas, ya que la mayoría de las fuentes modernas de iluminación se basan en las propiedades de incandescencia y la luminiscencia de materiales sometidos al paso de corriente eléctrica. Una buena iluminación, además de ser un factor de seguridad, productividad y de rendimiento en el trabajo, mejora el confort visual y hace más agradable y acogedora la vida. Si se tiene en cuenta que por lo menos una quinta parte de la vida del hombre transcurre bajo iluminación artificial, se comprenderá el interés que hay en establecer los requisitos mínimos para realizar los proyectos de iluminación, los cuales se presentan a continuación.

Está comprobado que el color del medio ambiente produce en el observador reacciones psíquicas o emocionales. No se pueden observar reglas fijas para la elección del color apropiado con el fin de conseguir un efecto determinado, pues cada caso requiere ser tratado de una forma particular. Por tanto, un buen diseño luminotécnico es fundamental para cumplir con los factores deseados en la iluminación de cada área. [3]

1.2 INSPECCIONES ELÉCTRICAS

La instalación eléctrica constituye una parte fundamental de las infraestructuras de cualquier planta industrial, almacenes u otros edificios. Los fallos o anomalías de funcionamiento de estas instalaciones son un factor importante en el inicio de incendios y también pueden producir descargas eléctricas peligrosas.

Para proteger la integridad física de las personas y la propiedad, las empresas tienen que valorar sus riesgos eléctricos, analizar las condiciones físicas de sus instalaciones eléctricas, y abordar sin dilaciones cualquier situación potencialmente peligrosa.

La Inspección Eléctrica comprende una serie de pruebas sobre su red eléctrica, desde el punto de acometida eléctrica principal, hasta los aparatos fijos finales y sus accesorios, ya sean de alta o baja tensión, según la reglamentación en vigor. [4]

1.3 GENERALIDADES DEL DISEÑO DE ILUMINACIÓN

La luz es un componente esencial en cualquier medio ambiente, hace posible la visión del entorno y además, al interactuar con los objetos y el sistema visual de los usuarios, puede modificar la apariencia del espacio, influir sobre su estética y ambientación y afectar el rendimiento visual, el estado de ánimo y la motivación de las personas.

El diseño de iluminación debe comprender la naturaleza física, fisiológica y psicológica de esas interacciones y además, conocer y manejar los métodos y la tecnología para producirlas, pero fundamentalmente demanda, competencia, creatividad e intuición para utilizarlas.

El diseño de iluminación debe definirse como la búsqueda de soluciones que permitan optimizar la relación visual entre el usuario y su medio ambiente. Esto implica tener en cuenta diversas disciplinas y áreas del conocimiento.

La solución a una demanda específica de iluminación debe ser resuelta en un marco interdisciplinario, atendiendo los diversos aspectos interrelacionados y la integración de enfoques, metodologías, técnicas y resultados. La iluminación puede ser proporcionada mediante luz natural, luz artificial, en lo posible se debe buscar una combinación de ellas que conlleven al uso racional y eficiente de la energía. [1]

1.3.1 Diseño de Iluminación

El diseñador de una instalación eléctrica de uso final deberá tener en cuenta los requerimientos de iluminación de acuerdo con el uso y el área o espacio a iluminar que tenga la edificación objeto de la instalación eléctrica, un diseño de iluminación debe comprender las siguientes condiciones esenciales:

- a. Suministrar una cantidad de luz suficiente para el tipo de actividad que se desarrolle.
- b. El método y los criterios de diseño y cálculo de la iluminación deben asegurar los valores de coeficiente de uniformidad adecuados a cada aplicación.
- c. Controlar las causas de deslumbramiento.
- d. Prever el tipo y cantidad de fuentes y luminarias apropiadas para cada caso particular teniendo en cuenta sus eficiencias lumínicas y su vida útil.
- e. Utilizar fuentes luminosas con la temperatura y reproducción del color adecuado a la necesidad.
- f. Propiciar el uso racional y eficiente de la energía eléctrica requerida para iluminación, utilizando fuentes de alta eficacia lumínica e iluminando los espacios que efectivamente requieran de iluminación.
- g. Atender los lineamientos del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP).
- h. Los sistemas de control de las lámparas, deben estar dispuestos de manera tal que se permita el uso racional y eficiente de la energía, para lo cual debe garantizarse alta selectividad de las áreas puntuales a iluminar y combinar con sistemas de iluminación general. [2]

1.3.2 **Uso racional de energía en iluminación**

Todos los proyectos de iluminación y alumbrado público deben incorporar y aplicar conceptos de uso racional y eficiente de energía. A continuación se da una serie de buenas prácticas para conseguir una iluminación eficiente, haciendo uso racional de la energía:

1.3.2.1 **Sector residencial**

Para el sector residencial es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones para garantizar una iluminación eficiente:

- a. Aprovechar al máximo la luz natural.
- b. Usar colores claros en paredes y techos permite aprovechar al máximo la luz natural y reducir el nivel de iluminación artificial.
- c. No dejar encendidas fuentes luminosas que no se estén utilizando.
- d. Limpiar periódicamente las bombillas y luminarias permite aumentar la luminosidad sin aumentar la potencia.
- e. Adaptar la iluminación a las necesidades, prefiriendo la iluminación localizada, además de ahorrar energía permite conseguir ambientes más confortables.
- f. Colocar reguladores de intensidad luminosa de tipo electrónico.
- g. Colocar detectores de presencia o interruptores temporizados en zonas comunes (vestíbulos, garajes, etc.), de forma que las fuentes luminosas se apaguen y enciendan automáticamente.[1]

1.3.2.2 **Sector comercial e industrial**

Para el sector comercial e industrial es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones para garantizar una iluminación eficiente:

- a. Aprovechar al máximo la luz natural mediante la instalación de foto sensores que regulen la iluminación artificial en función de la cantidad de luz natural, o independizando los circuitos de las lámparas próximas a las ventanas o claraboyas.
- b. Establecer circuitos independientes de iluminación para zonificar la instalación en función de sus usos y diferentes horarios.
- c. Usar sistemas de control centralizado en grandes instalaciones permiten ahorrar energía mediante la adecuada gestión de la energía demandada y consumida, además de efectuar un registro y control sobre los eventos que afectan la calidad del servicio.
- d. Instalar detectores de presencia temporizados en los lugares menos frecuentados (pasillos, servicios, almacenes, etc.).
- e. Instalar controles de iluminación automáticos que apaguen o enciendan las luces en determinados horarios, son una fuente de ahorro importante.

- f. Elegir siempre las fuentes de luz con mayor eficacia energética en función de las necesidades de iluminación.
- g. Emplear balastos electrónicos, ahorran energía, alargan la vida de las bombillas y consiguen una iluminación más agradable y confortable.
- h. Realizar un mantenimiento programado de la instalación, limpiando fuentes de luz y luminarias y reemplazando las bombillas en función de la vida útil indicada por los fabricantes. [1]

1.3.2.3 Iluminación exterior y público

Para la iluminación exterior y público, es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones para garantizar una iluminación eficiente:

- a. Utilizar luminarias para alumbrado público con fotometrías que le permitan hacer diseños con la mayor interdistancia y menor altura de montaje.
- b. Instalar luminarias con el más bajo flujo hemisférico superior (FHS) posible.
- c. Elegir conjuntos ópticos con el mejor factor de utilización y la mejor oficina de bombilla. [1]

1.4 FUENTES LUMINOSAS ELÉCTRICAS

La importancia de una óptima iluminación es imprescindible porque permite un mejor desarrollo de todas las actividades y las hace menos cansadas.

La fuente ideal de iluminación debe proporcionar la cantidad deseada de luz según se requiera, y tener alta calidad como: el color, la luminosidad, la brillantez, y el contraste.

Las fuentes luminosas eléctricas se pueden clasificar en dos grandes categorías:

- Irradiación por efecto térmico.
- Descarga eléctrica en el gas o en los metales al estado de vapor.

Dentro del primer grupo se encuentran las lámparas de incandescencia, y en el segundo grupo tenemos las lámparas fluorescentes, las lámparas de vapor de mercurio, lámparas de sodio, lámparas de neón, etc.

Las fuentes luminosas (lámparas o bombillas) requieren para demostrar un certificado de conformidad del producto, expedido por un organismo acreditado, que esté soportado de los protocolos de los siguientes ensayos, realizados en un laboratorio acreditado o reconocido de acuerdo con las normas vigentes.

- a. Ensayo de encendido de la bombilla, en el caso de las bombillas de descarga en gas que requieran arrancador.
- b. Tiempo de estabilización.

- c. Envejecimiento.
- d. Características eléctricas de la bombilla.
- e. Medición de flujo luminoso.
- f. Ensayo de tensión de extinción, en el caso de las bombillas de descarga en gas.
- g. Ensayos de torsión. [1]

1.4.1 Lámparas de mercurio baja presión (fluorescentes con balasto independiente)

Los requisitos para las lámparas de mercurio baja presión aplican a:

- Lámparas tipo tubo fluorescente de precalentamiento (Preheat).
- Lámparas tipo tubo fluorescente de encendido instantáneo (Slim line).
- Lámparas tipo tubo fluorescente de encendido rápido (Rapid start). [1]

1.4.1.1 Requisitos de producto

- a. Eficacia lumínica. De acuerdo con las políticas URE (Uso Racional de la Energía) los tubos fluorescentes comercializados para su uso en el país deben tener eficacias iguales o superiores a las establecidas en la Tabla 1.

Tabla 1 Valores mínimos de eficacia lumínica en tubos fluorescentes

Tipo	Potencia (W)	Eficacia luminosa (lm/W)	Tipo	Potencia (W)	Eficacia luminosa (lm/W)
T8 (26 mm de diámetro)	14 a 25	68	T5 (16 mm de diámetro)	14 a 25	80
	26 a 30	72		26 a 30	83
	31 a 40	78		31 a 40	85
	41 a 50	79		41 a 50	87
	> de 50	85		> de 50	90
Fuente Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP					

En la aplicación del uso racional de energía (URE), las lámparas tipo tubo fluorescente T12 están siendo descontinuadas y reemplazadas por lámparas tipo tubo fluorescente T8 y T5 que cuentan con tecnologías más eficaces y usan menor cantidad de mercurio, las lámpara T12 que se utilicen no podrán tener eficacias inferiores a las mostradas en la Tabla 2.

Tabla 2 Eficacia mínima de lámparas fluorescentes T12

Tipo	Potencia	Eficacia luminosa
T12 (38 mm de diámetro)	14 a 20	55
	39 a 40	70
Fuente Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP		

Es importante aclarar que la eficacia final de un sistema de iluminación realizado con bombillas tubulares fluorescentes está determinada no sólo por la eficacia de la bombilla, sino por la operación en conjunto con el balasto utilizado dadas las pérdidas que ellos tienen.

- b. La vida útil para bombillas o tubos fluorescentes no debe ser menor a 10.000 horas. Los fabricantes deberán especificar las condiciones de ciclos de encendido y tipo de balasto a usar bajo las cuales garantizan la vida útil de su producto.
- c. Marcación. Sobre el bulbo de la bombilla deben aparecer marcadas, indelebles y perfectamente legibles, como mínimo las siguientes indicaciones:
 - Marca registrada, logotipo o razón social del fabricante.
 - Apariencia o Temperatura del color.
 - Índice de Rendimiento del Color (IRC).
 - Potencia nominal en vatios (W).
 - Flujo luminoso (lm).
- d. Empaque. Las bombillas fluorescentes deben informar en su empaque los siguientes parámetros, los cuales deben haber sido verificados en el proceso de certificación.
 - Potencia nominal (W).
 - Especificación del casquillo.
 - Diámetro del bulbo.
 - Correlación de la temperatura del color (K).
 - Índice del rendimiento del color (Ra).
 - Flujo luminoso (lm).
 - Vida útil (horas). [1]

1.4.1.2 Porta bombillas para lámparas fluorescentes (socket)

Para las porta bombillas para lámparas fluorescentes se debe tener en cuenta los siguientes requisitos:

- a. El material aislante, no cerámico, de los portalámparas de tubos fluorescentes debe cumplir con la prueba de resistencia al quemado, con el ensayo del hilo incandescente a 650° C tal como lo establece la norma IEC 695-2-1 u otra equivalente.
- b. Las partes no metálicas de los portalámparas de tubos fluorescentes que mantienen en posición partes eléctricas vivas susceptibles de incendio por cortocircuitos o sobre corrientes debe además cumplir con la resistencia a la llama mediante el ensayo de aplicación de la llama cónica. Las partes por ensayar se someten al ensayo de la llama cónica, aplicando la llama de ensayo a la muestra durante 10 s, en el punto en donde las temperaturas más elevadas sean susceptibles de aparecer. La duración de la combustión no debe exceder de 30 s después del retiro de la llama de ensayo y ninguna gota inflamada que caiga de la muestra debe inflamar las partes situadas por debajo ni el papel de seda, especificado en el numeral 6.86 de la norma ISO 4046 extendido horizontalmente a 200 mm, ± 5 mm por debajo de la muestra.
- c. Las partes externas de material aislante que proveen protección contra choque eléctrico deben ser sometidas durante un período de 30 s. al ensayo de filamento incandescente de acuerdo con la norma IEC 695 - 2- 1. La temperatura de la punta del filamento incandescente será de 650 °C. [1]

1.5 BALASTOS

Los balastos deben cumplir los siguientes requisitos y demostrarlo mediante certificado de producto.

- a. Los balastos pueden ser electromagnéticos o electrónicos.
- b. El factor de cresta debe medirse, analizando la corriente de la bombilla y su valor deberá ser inferior o igual a los definidos en la Tabla 3.

Tabla 3 Máximo factor de cresta admitido para un balasto, según los tipos de bombilla

TIPO DE BOMBILLA	FACTOR DE CRESTA MÁXIMO
Fluorescentes	1,7
Fluorescente Slim line	1,85
Vapor de mercurio alta presión	1,8
Vapor de sodio baja presión	1,6
Vapor de halogenuros metálicos	1,8
Vapor de sodio alta presión	1,8
Fuente Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP	

1.5.1 Balastos electrónicos

Los balastos electrónicos en comparación con los electromagnéticos presentan ventajas como:

- Menores pérdidas.
- Pueden aumentar la vida útil de la lámpara.
- Poseen encendido instantáneo.
- Presentan un alto factor de potencia y filtros de entrada que limitan y mantienen el nivel de armónicos.

Los balastos electrónicos deben cumplir con los siguientes requisitos:

- a. El factor de cresta no debe ser mayor al estipulado en la Tabla 3.
- b. El factor de balasto debe ser mayor o igual al estipulado en la Tabla 4.

Tabla 4 Mínimo factor de balasto exigido, para balastos de lámparas fluorescentes

Balasto	A la entrada en vigencia del reglamento	En 36 meses	En 48 meses
Electrónico	0,75	0,85	0,95
Electromagnético	0,75	0,8	0,9

Fuente Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP

- c. La contaminación por distorsión armónica total de corriente no debe ser mayor al 32% ($THD \leq 32\%$), según norma NMX –J- 513, medidas a tensión de línea nominal.
- d. Los balastos electrónicos que no dispongan de filtros para reducir la radio interferencia, deben ser ensamblados o capsulados dentro de una caja metálica.
- e. Los balastos electrónicos para fuentes fluorescentes lineales T5 deben cumplir con protección de fin de vida de la bombilla.
- f. Los balastos deben tener un rotulado legible y durable de identificación, con la siguiente información:
 - Potencia nominal (W).
 - Tensiones de conexión (V).
 - Corriente de entrada (A).
 - Tipo de balasto.
 - Tensión de bombilla (V).
 - Diagrama de conexiones.
 - Temperatura nominal máxima del bobinado (°C).
 - Marca de fábrica.

- Modelo y referencia.
- Mes y año de fabricación. [1]

1.6 DURACIÓN O VIDA ÚTIL DE LA FUENTE LUMÍNICA

Uno de los factores a tener en cuenta en todo proyecto de iluminación es la vida útil de la fuente, por lo que el fabricante debe suministrar la información sobre el particular.

1.6.1 Curvas de depreciación luminosa de las fuentes

El flujo luminoso de las fuentes luminosas decrece en función del tiempo de operación por desgaste de sus componentes. La curva característica de depreciación bajo condiciones de operación nominales varía dependiendo de la sensibilidad de la misma al número de ciclos de encendido y apagado.

La depreciación de las fuentes luminosas también se ve afectada por las variaciones en los parámetros de alimentación de la red y/o de las características de los equipos auxiliares tales como arrancadores y balastos.

Los fabricantes y/o comercializadores de fuentes luminosas deberán disponer en catálogo o en otro medio de fácil acceso y consulta la información correspondiente a las curvas de depreciación de las fuentes y la norma técnica aplicada para su ensayo. En el mismo sentido deben informarse las condiciones de alimentación y encendido para la operación normal de la bombilla, tales como el rango de tensión de operación nominal de la bombilla.

Para bombillas de sodio de alta presión los fabricantes y/o comercializadores deben informar la característica de tiempo de encendido por arranque y el rango de tensión para operación nominal de la bombilla, factores que son determinantes en su vida útil.

Para bombillas de halogenuros metálicos, los fabricantes y/o comercializadores deben definir e informarla posición óptima de operación, en razón a que para tal posición se tiene mayor mantenimiento luminoso durante toda la vida.

La certificación de la bombilla debe hacerse con el procedimiento de una Norma Internacional tal como la IEC 60662 "*High – pressure sodium vapour lamps*" para sodio de alta presión, IEC 60081 "*Double –capped fluorescent lamps – Performance specifications*" para en bombillas fluorescentes de doble casquillo, o una norma de reconocimiento internacional o NTC equivalente.

Cuando el valor de la vida útil de las bombillas, suministrada en los catálogos, empaques o disponible en la WEB, no esté certificada por un organismo de certificación o laboratorio independiente, debidamente acreditado o reconocido, el

fabricante podrá declarar la vida útil, siempre que cumpla los requisitos de la norma ISO IEC 17050 para declaración del proveedor y disponga de la información soporte de las pruebas o ensayos realizados.

1.6.2 Curva de mortalidad ó de vida promedio de las fuentes luminosas

El fabricante deberá informar sobre la duración de cada tipo de fuente luminosa, publicando la curva de mortalidad correspondiente, o indicando el índice de bombillas sobrevivientes.

En este tipo de curva debe determinarse el porcentaje de fuentes que siguen en operación después de un periodo o número de horas de servicio. Con base en esta curva se puede calcular la probabilidad de falla en cada uno de los periodos (años, meses) de funcionamiento de una instalación de iluminación y hacer los estimativos de reposición de bombillas por mantenimiento.

Las bombillas incandescentes se consideran con vida hasta cuando éstas dejan de encender. En el caso de las bombillas de descarga en gas, la vida útil de la bombilla se considera hasta cuando su flujo luminoso llega al 70% del flujo inicial. El flujo inicial es el flujo medido en la bombilla a las 100 horas de encendida, operando con un balasto de referencia. [1]

1.7 APROVECHAMIENTO DE LA LUZ NATURAL

Así como las bombillas de distinto tipo constituyen las fuentes de luz en la iluminación eléctrica, el sol y el cielo son las fuentes de las que se dispone para la iluminación natural. La iluminación natural es proporcionada por la energía radiante del sol, en forma directa o a través de la bóveda celeste. La luz natural llega al interior de un local directa o indirectamente, dispersada por la atmósfera y reflejada por las superficies del ambiente natural o artificial.

De la radiación total que llega a la superficie de la tierra después de atravesar la atmósfera, sólo la radiación visible con una longitud de onda entre 380 nm y 780 nm es relevante desde el punto de vista de la iluminación natural.

Si bien la fuente primaria de luz natural es el sol, desde el punto de vista de la iluminación diurna de edificios, la fuente de luz considerada para el cálculo es la bóveda celeste, excluyendo siempre la luz directa del sol sobre los planos de trabajo, por su gran intensidad lumínica, que genera contrastes excesivos y causa deslumbramiento.

- a. Se debe evitar el ingreso de luz directa del sol, se debe aprovechar la luz natural mediante la difusión y reflexión de los rayos solares hacia los interiores, pues de lo contrario los ocupantes de los edificios tienden a eliminar totalmente el ingreso de luz solar y a reemplazarla por iluminación

artificial, cambiando las condiciones ambientales interiores y perdiendo la oportunidad de ahorrar energía eléctrica durante las horas de sol.

- b. El empleo de la luz natural en la iluminación interior es una excelente alternativa para disminuir el consumo de energías comerciales para iluminación en edificaciones. Aún cuando la disponibilidad de luz natural no sea suficiente para la realización de las tareas, hay un alto porcentaje de personas que prefieren trabajar con luz natural o al menos, tener en su hábitat la apariencia de la iluminación diurna.
- c. Disponer de ventanales y claraboyas brinda una serie de ventajas adicionales en relación con los objetivos de un diseño, posibilita el acondicionamiento ambiental y la ventilación del local, permite el contacto visual y físico con el exterior lo cual contribuye al bienestar y satisfacción de los usuarios.
- d. Los aspectos que se deben abordar en un proyecto de iluminación, en relación con el alumbrado natural, comprenden:
 - La determinación del potencial de luz natural.
 - La coordinación entre el alumbrado natural y artificial.
 - La selección del equipamiento para el control de la iluminación artificial y natural.
- e. El diseño de ventanas y aberturas como claraboyas, debe ser tenido en cuenta por los arquitectos, ingenieros y en general los constructores desde la etapa del diseño de la edificación y no dejar para que sea resuelta exclusivamente por los diseñadores de iluminación.
- f. El aprovechamiento de la luz natural en un diseño de iluminación, debe partir del conocimiento de la disponibilidad de luz exterior, tanto en sus niveles como en sus periodos de duración, de acuerdo a las horas de los días con cielos despejados, parcialmente despejados y cielos nublados.
- g. Los diseñadores deben consultar las bases de datos con los registros de luz natural en forma regular de las diferentes regiones del país que tienen diferentes entidades y deben determinar los parámetros de disponibilidad de luz natural para la zona donde se construirá la edificación y la selección de los datos apropiados de luz natural que se usarán, para los diferentes esquemas, como base para la propuesta de diseño, para poder predecir la contribución de iluminación natural al interior de diferentes los locales de la edificación.
- h. En el desarrollo preliminar del diseño de la edificación se debe procurar optimizar la orientación de las plantas de la edificación para permitir dentro de las posibilidades del terreno, el acceso de la luz natural a la mayoría de los locales, así como el diseño de los elementos que han de captar, dirigir y distribuir la luz natural. Para el mejor aprovechamiento de la luz natural en los diseños de la iluminación de interiores, las ventanas deben cumplir los siguientes objetivos:

- Maximizar la transmisión de luz por unidad de área de vidrio en la ventana.
 - Controlar la penetración de luz directa del sol sobre el plano de trabajo.
 - Controlar el contraste de claridad dentro del campo visual de los ocupantes, especialmente entre las ventanas y las paredes del local.
 - Minimizar el efecto de reducción del ingreso de la intensidad luminosa debido al ángulo de incidencia de la luz (efecto de reducción por coseno). Esto significa que ventanales ubicados en la parte alta de los muros producen más iluminancia que unos ventanales más bajos, aunque sean de la misma área.
 - Minimizar el deslumbramiento de velo sobre los planos de trabajo, resultante de la visión directa de la fuente de luz en los ventanales superiores.
 - Minimizar el calor diurno durante los días soleados, usando aleros.
- [1]

1.8 CONTROL DEL DESLUMBRAMIENTO

El deslumbramiento es la sensación producida por áreas brillantes dentro del campo de visión y puede ser experimentado como deslumbramiento molesto o perturbador. El deslumbramiento se puede producir cuando existen fuentes de luz cuya luminancia es excesiva en relación con la luminancia general existente en el interior del local (deslumbramiento directo), o bien, cuando las fuentes de luz se reflejan sobre superficies pulidas (deslumbramiento por reflejos).

En los lugares de trabajo el deslumbramiento perturbador, su principal efecto es reducir la visibilidad de la tarea, perturba la visión y dar lugar a errores y accidentes. El deslumbramiento molesto no reduce la visibilidad pero produce fatiga visual, puede producirse directamente a partir de luminarias brillantes o ventanas.

Para evitar el deslumbramiento perturbador, los puestos y áreas de trabajo se deben diseñar de manera que no existan fuentes luminosas o ventanas situadas frente a los ojos del trabajador. Esto se puede lograr orientando adecuadamente los puestos o bien apantallando las fuentes de luz brillantes.

Para evitar el deslumbramiento molesto es necesario controlar todas las fuentes luminosas existentes dentro del campo visual. Esto conlleva la utilización de persianas o cortinas en las ventanas, así como el empleo de luminarias con difusores o pantallas que impidan la visión del cuerpo brillante de las bombillas o lámparas.

El apantallamiento debería efectuarse en todas aquellas bombillas o lámparas que puedan ser vistas, desde cualquier zona de trabajo, bajo un ángulo menor de 45° respecto a la línea de visión horizontal. [1]

1.8.1 Niveles de iluminancia y deslumbramiento

En lugares de trabajo se debe asegurar el cumplimiento de los niveles de iluminancia de la Tabla 5, adaptados de la norma ISO 8995 “*Principles of visual ergonomics -- The lighting of indoor work systems*”. El valor medio de iluminancia (lx), relacionado en la tabla 5, debe considerarse como el objetivo de diseño, además, en cualquier momento durante la vida útil del proyecto la medición de iluminancia promedio no podrá ser superior al valor máximo, ni inferior al valor mínimo establecido y en lo que concierne al deslumbramiento (UGR) los valores máximos permitidos se encuentran en la misma tabla.

Tabla 5 Índice UGR máximo y Niveles de iluminancia (lx) exigibles para diferentes áreas y actividades

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	UGRL	NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)		
		Mínimo	Medio	Máximo
ÁREAS GENERALES EN LAS EDIFICACIONES				
Áreas de circulación, corredores	28	50	100	150
Escaleras, escaleras mecánicas	25	100	150	200
Vestidores, baños	25	100	150	200
Almacenes, bodegas	25	100	150	200
TALLERES DE ENSAMBLE				
Trabajo pesado, montaje de maquinaria pesada	25	200	300	500
Trabajo intermedio, ensamble de motores, ensamble de carrocerías de automotores	22	300	500	750
Trabajo fino, ensamble de maquinaria electrónica y de oficina	19	500	750	1000
Trabajo muy fino, ensamble de instrumentos	16	1 000	1 500	2 000
PROCESOS QUÍMICOS				
Procesos automáticos	...	50	100	150
Plantas de producción que requieren intervención ocasional	28	100	150	200
Áreas generales en el interior de las fábricas	25	200	300	500
Cuartos de control, laboratorios	19	300	500	750
Industria farmacéutica	22	300	500	750
Inspección	19	500	750	1 000
Balance de colores	16	750	1 000	1 500
Fabricación de llantas de caucho	22	300	500	750
FÁBRICAS DE CONFECCIONES				
Costura	22	500	750	1 000
Inspección	16	750	1 000	1 500
Prensado	22	300	500	750

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	UGRL	NIVELES DE ILUMINACIA (lx)		
		Mínimo	Medio	Máximo
INDUSTRIA ELÉCTRICA				
Fabricación de cables	25	200	300	500
Ensamble de aparatos telefónicos	19	300	500	750
Ensamble de devanados	19	500	750	1 000
Ensamble de aparatos receptores de radio y TV	19	750	1 000	1 500
Ensamble de elementos de ultra precisión componentes electrónicos	16	1 000	1 500	2 000
INDUSTRIA ALIMENTICIA				
Áreas generales de trabajo	25	200	300	500
Procesos automáticos	...	150	200	300
Decoración manual, inspección	16	300	500	750
FUNDICIÓN				
Pozos de fundición	25	150	200	300
Moldeado basto, elaboración basta de machos	25	200	300	500
Moldeo fino, elaboración de machos, inspección	22	300	500	750
TRABAJO EN VIDRIO Y CERÁMICA				
Zona de hornos	25	100	150	200
Recintos de mezcla, moldeo, conformado y estufas	25	200	300	500
Terminado, esmaltado, en vidriado	19	300	500	750
Pintura y decoración	16	500	750	1 000
Afilador, lentes y cristalería, trabajo fino	19	750	1 000	1 500
TRABAJO EN HIERRO Y ACERO				
Plantas de producción que no requieren intervención manual	...	50	100	150
Plantas de producción que requieren intervención ocasional	28	100	150	250
Puestos de trabajo permanentes en plantas de producción	25	200	300	500
Plataformas de control e inspección	22	300	500	750
INDUSTRIA DEL CUERO				
Áreas generales de trabajo	25	200	300	500
Prensado, corte, costura y producción de calzado	22	500	750	1000
Clasificación, adaptación y control de calidad	19	750	1 000	1 500
TALLER DE MECÁNICA Y DE AJUSTE				
Trabajo ocasional	25	150	200	300
Trabajo basto en banca y maquinado, soldadura	22	200	300	500
Maquinado y trabajo de media precisión en banco, maquinas generalmente automáticas	22	300	500	750
Maquinado y trabajo fino en banco, máquinas automáticas finas, inspección y ensayos	19	500	750	1 000
Trabajo muy fino, calibración e inspección de partes pequeñas muy complejas	19	1 000	1 500	2 000

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	UGRL	NIVELES DE ILUMINACIA (lx)		
		Mínimo	Medio	Máximo
TALLERES DE PINTURA Y CASSETAS DE ROCIADO				
Inmersión, rociado basto	25	200	300	500
Pintura ordinaria, rociado y terminado	22	300	500	750
Pintura fina, rociado y terminado	19	500	750	1 000
Retoque y balanceo de colores	16	750	1 000	1 500
FABRICAS DE PAPEL				
Elaboración de papel y cartón	25	200	300	500
Inspección y clasificación	22	300	500	750
TRABAJOS DE IMPRESIÓN Y ENCUADERNACIÓN DE LIBROS				
Recintos con máquinas de impresión	19	300	500	750
Cuartos de composición y lecturas de prueba	19	500	750	1 000
Pruebas de precisión, retoque y grabado	16	750	1 000	1 500
Reproducción del color e impresión	19	1 000	1 500	2 000
Grabado con acero y cobre	16	1 500	2 000	3 000
Encuadernación	22	300	500	750
Decoración y estampado	19	500	750	1 000
INDUSTRIA TEXTIL				
Rompimiento de la paca, cardado, hilado	25	200	300	500
Giro, embobinado, enrollamiento, peinado, tintura	22	300	500	750
Balanceo, rotación (conteos finos) entretejido, tejido	22	500	750	1 000
Costura, desmote o inspección	19	750	1 000	1 500
TALLERES DE MADERA Y FABRICAS DE MUEBLES				
Aserraderos	25	150	200	300
Trabajo en banco y montaje	25	200	300	500
Maquinado de madera	19	300	500	750
Terminado e inspección final	19	500	750	1 000
OFICINAS				
Oficinas de tipo general, mecanografía y computación	19	300	500	750
Oficinas abiertas	19	500	750	1 000
Oficinas de dibujo	16	500	750	1 000
Salas de conferencia	19	300	500	750

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	UGRL	NIVELES DE ILUMINACIÓN (lx)		
		Mínimo	Medio	Máximo
CENTROS DE ATENCIÓN MÉDICA				
Salas				
Iluminación general	22	50	100	150
Examen	19	200	300	500
Lectura	16	150	200	300
Circulación nocturna	22	3	5	10
Salas de examen				
Iluminación general	19	300	500	750
Inspección local	19	750	1 000	1500
Terapia intensiva				
Cabecera de la cama	19	30	50	100
Observación	19	200	300	500
Estación de enfermería	19	200	300	500
Salas de operación				
Iluminación general	19	500	750	1000
Iluminación local	19	10 000	30 000	100 000
Salas de autopsia				
Iluminación general	19	500	750	1 000
Iluminación local	...	5 000	10 000	15 000
Consultorios				
Iluminación general	19	300	500	750
Iluminación local	19	500	750	1 000
FARMACIA Y LABORATORIOS				
Iluminación general	19	300	400	750
Iluminación local	19	500	750	1 000
ALMACENES				
Iluminación general				
En grandes centros comerciales	19	500	750	1 000
Ubicados en cualquier parte	22	300	500	750
Supermercados	19	500	750	1 000
COLEGIOS Y CENTROS EDUCATIVOS				
Salones de clase				
Iluminación general	19	300	500	750
Tableros para emplear con tizas	19	300	500	750
Elaboración de planos	16	500	750	1 000
Salas de conferencias				
Iluminación general	22	300	500	750
Tableros	19	500	750	1 000
Bancos de demostración	19	500	750	1 000
Laboratorios	19	300	500	750
Salas de arte	19	300	500	750
Talleres	19	300	500	750
Salas de asamblea	22	150	200	300
Fuente Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP				

1.9 UNIFORMIDAD

Con el fin de evitar las molestias debidas a los cambios bruscos de luminancia el área donde se desarrolla la tarea, debe ser iluminada de la forma más uniforme posible. La relación entre el valor del nivel de iluminación existente en el área del puesto de trabajo y la iluminación general no debe ser inferior a lo establecido en la Tabla 6. En áreas adyacentes, aunque tengan necesidades de iluminación distintas, debe cumplirse con las relaciones de la citada tabla.

En los casos en que se ilumine en forma localizada en uno o varios puestos de trabajo, para complementar la iluminación general, esta última no podrá tener una intensidad menor que la indicada en la Tabla 6.

Tabla 6 Uniformidades y relación entre iluminancias de áreas circundantes inmediatas al área de tarea

ILUMINANCIA DE TAREA (lx)	ILUMINANCIA DE ÁREAS CIRCUNDANTES INMEDIATAS (lx)
Mayor o igual a 750	500
500	300
300	200
Menor o igual a 200	Etarea
Uniformidad	
Mayor o igual a 0,7	Mayor o igual a 0,5
Fuente Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP	

La distribución de luminancias en el campo visual puede afectar la visibilidad de la tarea e influir en la fatiga del trabajador.

La agudeza visual es máxima cuando la luminosidad de la tarea es similar a la existente en el campo visual del trabajador. Sin embargo, cuando la luminosidad de la tarea es muy diferente a la del entorno se puede producir una reducción de la eficiencia visual y la aparición de fatiga, como consecuencia de la repetida adaptación de los ojos.

El equilibrio de luminancias se puede lograr controlando la reflectancia de las superficies del entorno y los niveles de iluminación; es decir, eligiendo colores más o menos claros para las paredes y otras superficies del entorno y empleando una

iluminación general adecuada, de manera que la luminosidad del entorno no sea muy diferente a la existente en el puesto de trabajo. [1]

1.10 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

La eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, se evaluará mediante el indicador denominado Valor de Eficiencia Energética de la instalación VEEI expresado en (W/m²) por cada 100 luxes, mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{P * 100}{S * E_{prom}} \quad (1)$$

Dónde:

P	Potencia total instalada en las bombillas más los equipos auxiliares, incluyendo sus pérdidas [W]
S	Superficie iluminada [m ²]
E _{prom}	Iluminancia promedio horizontal mantenida [lux]

En la Tabla 7, se indican los Valores Límite de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) que deben cumplir los recintos interiores de las edificaciones; criterio adaptado de la norma UNE 12464-1 de 2 003. Estos valores incluyen la iluminación general y la iluminación direccional, pero no las instalaciones de iluminación de vitrinas y zonas de exposición.

Los valores de VEEI se establecen en dos grupos de zonas en función de la importancia que tiene la iluminación, estas son:

Grupo 1: Zonas de baja importancia lumínica. Corresponde a espacios donde el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, queda relegado a un segundo plano frente a otros criterios como el nivel de iluminancia, el confort visual, la seguridad y la eficiencia energética.

Grupo 2: Zonas de alta importancia lumínica o espacios donde el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, son relevantes frente a los criterios de eficiencia energética.

Tabla 7 Valores límite de eficiencia energética de la instalación (VEEI)

GRUPO	ACTIVIDADES DE LA ZONA	LIMITES DEL VEEI
1 Zonas de baja importancia lumínica	Administrativa en general	3,5
	Andenes de estaciones de transporte	3,5
	Salas de diagnóstico (D)	3,5
	Pabellones de exposición o ferias	3,5
	Aulas y laboratorios (B)	4
	Habitaciones de hospital (C)	4,5
	Otros recintos interiores asimilables a grupo 1 no descritos en la lista anterior	4,5
	Zonas comunes (A)	4,5
	Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5
	Parqueaderos	5
	Zonas deportivas (E)	5
2 Zonas de alta importancia	Administrativa en general	6
	Estaciones de transporte (F)	6
	Supermercados, hipermercados y almacenes	6
	Bibliotecas, museos y galerías de arte	6
	Zonas comunes en edificios residenciales	7,5
	Centros comerciales (excluidas tiendas) (I)	8
	Hostelería y restauración (H)	10
	Otros recintos interiores asimilables a grupo 2 no descritos en la lista anterior	10
	Centros de culto religioso en general	10
	Salones de reuniones, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo y salas de conferencia (G)	10
	Tiendas y pequeño comercio	10
	Zonas comunes (A)	10
	Habitaciones de hoteles, etc.	12
Fuente Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP		

NOTAS:

- A. Espacios utilizados por cualquier persona o usuario, como recepción, vestíbulos, pasillos, escaleras, espacios de tránsito de personas, aseos públicos, etc.

- B. Incluye la instalación de iluminación de aulas y las pizarras de las aulas de enseñanza, aulas con monitores de computador, música, laboratorios de idiomas, aulas de dibujo técnico, aulas de prácticas y laboratorios, manualidades, talleres de enseñanza y aulas de arte, aulas de preparación y talleres, aulas comunes de estudio y aulas de reunión, aulas clases nocturnas y educación de adultos, salas de lectura, guarderías, salas de juegos de guarderías y sala de manualidades.
- C. Incluye la instalación de iluminación interior de la habitación y baño, formada por iluminación general, iluminación de lectura e iluminación para exámenes simples.
- D. Incluye la instalación de iluminación general de salas como salas de examen general, salas de emergencia, salas de escáner y radiología, salas de examen ocular y auditivo y salas de tratamiento. Sin embargo quedan excluidos locales como las salas de operación, quirófanos, unidades de cuidados intensivos, dentista, salas de descontaminación, salas de autopsias y mortuorios y otras salas que por su actividad puedan considerarse como salas especiales.
- E. Incluye las instalaciones de iluminación del terreno de juego y graderías de espacios deportivos, tanto para actividades de entrenamiento y competición, pero no se incluye las instalaciones de iluminación necesarias para las transmisiones de televisión. Las graderías son asimilables a zonas comunes del grupo 1.
- F. Espacios destinados al tránsito de viajeros como recepción de terminales, salas de llegadas y salidas de pasajeros, salas de recogida de equipajes, áreas de conexión, de ascensores, áreas de ventanillas de taquillas, facturación e información, áreas de espera, salas de consigna, etc.
- G. Incluye la instalación de iluminación general y direccionada. En el caso de cines, teatros, salas de conciertos, etc. se excluye la iluminación con fines de espectáculo, incluyendo la representación y el escenario.
- H. Incluye los espacios destinados a las actividades propias del servicio al público como mostrador, recepción, restaurante, bar, comedor, auto-servicio o buffet, pasillos, escaleras, vestuarios, servicios, aseos, etc.
- I. Incluye la instalación de iluminación general y localizada de mostrador, recepción, pasillos, escaleras, vestuarios y aseos de los centros comerciales. [1]

2 DISEÑO DE ILUMINACIÓN INTERIOR

2.1 ILUMINACIÓN EN LOCALES DE TRABAJO INTERIOR

Al diseñar el alumbrado para un local destinado a realizar algún tipo de trabajo, la meta más importante es la de obtener buenas condiciones visuales en el plano de trabajo. Una meta secundaria sería la creación de un medio ambiente visual que ejerza una influencia positiva sobre el rendimiento y el bienestar de sus usuarios.

Cuando se realiza un proyecto de iluminación normalmente se establece un nivel de iluminación superior, según el factor de mantenimiento, que dependerá de la fuente de luz elegida, de las luminarias, así como de la posibilidad de ensuciamiento del local. Con el tiempo el valor de iluminación inicial va decayendo debido a la pérdida de flujo de la propia fuente de luz, así como de la suciedad acumulada en las luminarias, paredes, techos y suelo.

Los ciclos de mantenimiento y limpieza, y se tendrán que sustituir las bombillas justo antes de alcanzar este nivel mínimo, de este modo se asegura que las tareas se puedan desarrollar según las necesidades visuales. [1]

2.1.1 Requisitos generales del diseño

El diseño de la iluminación debe estar íntimamente ligado con el área que va a ser iluminada. Los factores a tener en cuenta son la forma y tamaño de los espacios, los colores y las reflectancias de las superficies del salón, la actividad a ser desarrollada, la disponibilidad de la iluminación natural y también los requerimientos estéticos requeridos por el cliente. Debe existir una colaboración estrecha entre el diseñador de la iluminación y el arquitecto.

Los ítems más importantes que el diseñador necesita investigar antes iniciar un diseño de iluminación interior son los siguientes:

- a. Conocer con detalles las actividades asociadas con cada espacio.
- b. Las exigencias visuales de cada puesto de trabajo y su localización.
- c. Las condiciones de reflexión de las superficies.
- d. Las necesidades para el espacio, modelación y rendimiento del color.
- e. La disponibilidad de la iluminación natural.
- f. La apariencia del color de la fuente de luz y su unión con la iluminación natural.
- g. El control de luz directa e indirecta que ingresa por las ventanas.
- h. Localización de las luminarias y su acceso a ellas.
- i. Los requerimientos especiales en la calidad de las luminarias, tales como ambientes peligrosos, dificultad para encontrar acceso a ellas o para cumplir requerimientos de mantenimiento.

Todo diseño de iluminación interior debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- a. El índice de reproducción del color, lo natural que aparecen los objetos bajo la luz.
- b. La temperatura del color, la apariencia de calidez o frialdad de la luz.
- c. El tamaño y forma de la fuente luminosa y de la luminaria.
- d. Los niveles de iluminancia y coeficiente de uniformidad; estos valores se deben diseñar y medir sobre las zonas de trabajo del recinto.
- e. El deslumbramiento. [1]

2.1.2 Iluminación de oficinas.

En estos locales las luminarias se disponen normalmente en el techo siguiendo un modelo regular en líneas rectas. Si al realizar el proyecto de iluminación de un edificio completo el emplazamiento de las luminarias debe coincidir con el módulo de las ventanas, se debe hacer el diseño de iluminación de forma que proporcione el nivel luminoso adecuado a las salas de mayores dimensiones. La misma distribución de luminarias se podrá aplicar al resto de las salas, sin importar su dimensión, siempre y cuando cumplan con los requisitos de nivel de iluminación, uniformidad, deslumbramiento y los de uso racional de energía.

La iluminación de oficinas puede diseñarse de un modo más esquemático que el de otras instalaciones de alumbrado, porque:

- El número de tareas visuales es limitado y bien definido (leer, escribir, dibujar, en monitores de computador, etc.).
- El plano horizontal de trabajo tiene una altura entre 0,75 y 0,85 por encima del nivel del piso.
- La altura de techos está entre 2,8 y 3 m.

Los requisitos visuales para la iluminación de oficinas son los siguientes:

- Luminarias de baja luminancia.
- Ausencia de reflexiones en la superficie de las mesas de trabajo y paneles brillantes.
- Aspecto cromático y rendimiento de color agradables.

Para satisfacer estos requisitos las oficinas podrán usar luminarias empotradas en el techo o adosadas a él, equipadas con lámparas fluorescentes. Las luminarias respecto al control de deslumbramiento podrán estar provistas de rejillas, difusores opales, cubiertas prismáticas o elementos especulares para que la instalación cumpla con los valores de UGR establecidos en la Tabla 5.

En las oficinas se podrá hacer uso de iluminación localizado adicional para conseguir ahorro de energía, ya sea concentrando las luminarias sobre los puestos de trabajo y zonas adyacentes. En tal caso la instalación debe diseñarse para lograr la iluminancia requerida de acuerdo con la Tabla 5, sobre los puestos de trabajo, con menores valores sobre las zonas de circulación y de descanso, siempre respetando los valores de uniformidad mínima y deslumbramiento máximo. [1]

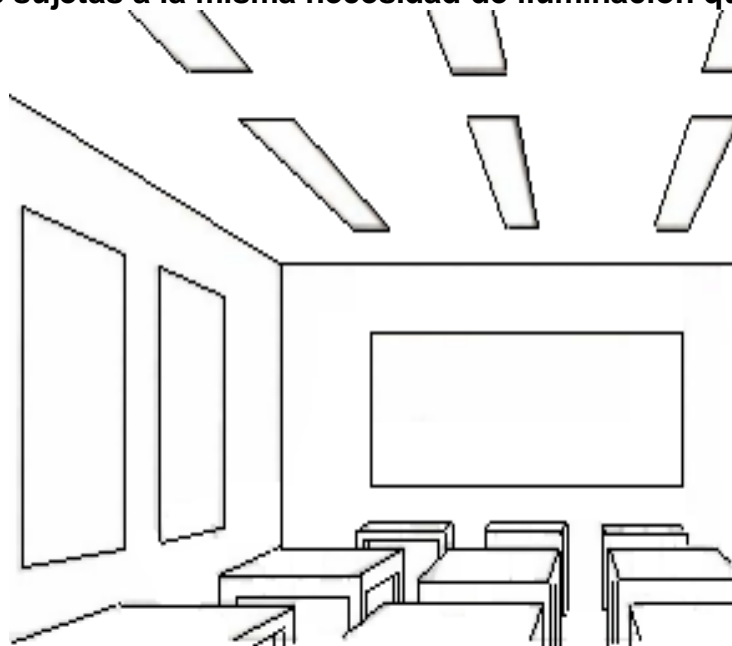
2.1.3 Iluminación en instituciones educativas, salas de lectura y auditorios.

La iluminación de aulas de clase, salas de lectura, requiere especial cuidado y una gran responsabilidad por parte de diseñadores y constructores de sistemas de iluminación, una iluminación deficiente en estos lugares puede generar serias afectaciones visuales especialmente a niños y adolescentes, con graves consecuencias en algunos casos por las limitaciones visuales.

2.1.3.1 Iluminación de aulas de clase

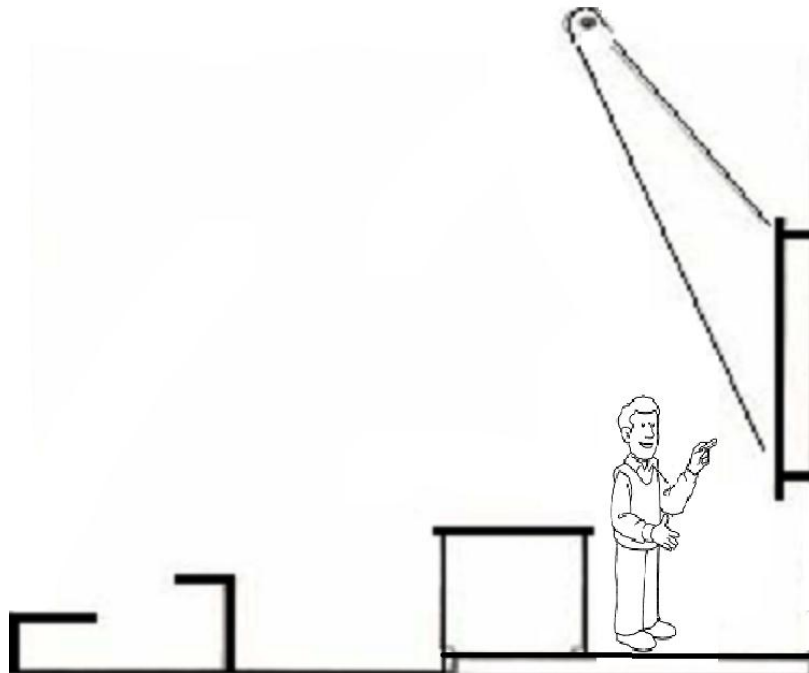
El alumbrado de un aula de enseñanza debe ser apropiado para actividades tales como escritura, lectura de libros y del tablero. Como estas actividades son parecidas a las de las oficinas, los requisitos generales de iluminación de éstas pueden aplicarse al de escuelas (Figura 1). Es requisito que el diseño verifique la necesidad de proveer iluminación adicional en el tablero (Figura 2). [1]

Figura 1 Aulas sujetas a la misma necesidad de iluminación que las oficinas



Fuente Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP

Figura 2 Iluminación adicional sobre el tablero.



Fuente Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP

2.2 INSTALACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

Los sistemas de iluminación deben cumplir los siguientes requisitos:

- a. Debe existir suministro ininterrumpido para iluminación en sitios y áreas donde la falta de esta pueda originar riesgos para la vida de las personas, como en áreas críticas y en los medios de egreso para evacuación de la edificación.
- b. No se permite la utilización de lámparas de descarga con encendido retardado en circuitos de iluminación de emergencia.
- c. Las iluminaciones de emergencia equipados con grupos de baterías deben garantizar su funcionamiento por lo menos 60 minutos después de que se interrumpa el servicio eléctrico normal.
- d. Los residuos de las lámparas deben ser manipulados cumpliendo la regulación sobre manejo de desechos, debido a las sustancias tóxicas que puedan poseer.
- e. En lugares accesibles a personas donde se operen máquinas rotativas, la iluminación instalada debe diseñarse para controlar los riesgos asociados al efecto estroboscópico.
- f. Se deben atender las recomendaciones de mantenimiento y sustitución oportuna de las fuentes lumínicas cuando sus niveles de iluminación no garanticen los mínimos niveles requeridos. [1]

2.3 DATOS PREVIOS A TENER EN CUENTA EN EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN

Para determinar el cálculo y las soluciones de iluminación interior, se deben tener en cuenta parámetros tales como:

- a. El uso de la zona a iluminar.
- b. El tipo de tarea visual a realizar.
- c. Las necesidades de luz y del usuario del local.
- d. El índice K (factor de utilización de la luminaria) del local o dimensiones del espacio (longitud, anchura y altura útil).
- e. Las reflectancias de las paredes, techo y suelo de la sala.
- f. Las características y tipo de techo.
- g. Las condiciones de la luz natural.
- h. El tipo de acabado, decoración y mobiliario previsto. [1]

2.3.1 Método de cálculo.

El método de cálculo podrá ser manual o a través de un software especializado, que ejecutará los cálculos referenciados obteniendo como mínimo los resultados siguientes.

- a. El valor de eficiencia energética de la instalación VEEI.
- b. La iluminancia promedio horizontal mantenida E_{prom} en el plano de trabajo.
- c. El índice de deslumbramiento unificado UGR para el observador.

Asimismo, se incluirán los valores del índice de rendimiento de color y las potencias de los conjuntos lámpara más equipo auxiliar utilizados en el cálculo.

Aunque el software especializado no requiere de un certificado de conformidad de producto, si se requiere que tenga un certificado de validación de sus resultados por laboratorio independiente, acreditado por ONAC o la entidad que haga sus veces o reconocido por el organismo de certificación acreditado.

Se podrán excluir del cumplimiento de los requisitos de eficiencia energética los siguientes tipos de instalaciones:

- a. En edificaciones y monumentos con valor histórico o arquitectónico reconocido.
- b. En construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a 1 año.
- c. En instalaciones industriales, talleres y edificaciones agrícolas no residenciales, cuando los valores de eficiencia energética comprometa la seguridad de las personas, no obstante, esto no les exime de utilizar las fuentes de la mayor eficacia lumínica posible. [1]

- d. En aplicaciones donde la energía radiante emitida por fuente luminosas tenga otros fines distintos a la sola iluminación.
- e. En interiores de viviendas.
- f. Iluminaciones de emergencia.

2.3.2 Iluminación de emergencia.

La iluminación de emergencia es una instalación diseñada para entrar en funcionamiento si falta la iluminación normal.

Los edificios de más de 5 pisos o edificios que en cualquier hora de la noche concentren más de 100 personas deben disponer de por lo menos un sistema de iluminación de emergencia, que en caso de falla de la iluminación normal suministre la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evite las situaciones de pánico y permita la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes.

Deben contar con iluminación de emergencia las zonas y los elementos siguientes:

- a. Todo recinto cuya ocupación sea mayor que 100 personas.
- b. Los recorridos de las rutas de evacuación, desde los orígenes de evacuación hasta el espacio exterior seguro.
- c. Los parqueaderos cerrados o cubiertos cuya superficie construida exceda de 100 m², incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- d. Las zonas de baños en edificios de uso público.
- e. Los lugares en los que se ubican cuadros de distribución o de accionamiento de la instalación de iluminación. [1]
- f. Las señales de seguridad.

2.3.2.1 Clases de iluminación de emergencia.

Las clases de iluminación de emergencia con las que se debe contar en un edificio son las siguientes:

Iluminación de escape: iluminación suficiente para poder evacuar un edificio, con rapidez y seguridad, durante una emergencia. La iluminancia proporcionada por la iluminación en cualquier punto del piso de una salida de emergencia no debe ser menor de 1,0 lux. Esta iluminación se debe instalar en la intersección de corredores, en los cambios de dirección y nivel de las escaleras, en puertas y salidas.

Iluminación de seguridad: Es la iluminación que se requiere para asegurar a las personas que desarrollan actividades potencialmente peligrosas (ejemplo operación de una sierra circular) no deberá ser menor del 5% de los valores normales de iluminación.

Iluminación de respaldo: Es la iluminación que se requiere para poder continuar las actividades de importancia vital durante una emergencia, por ejemplo en salas de cirugía. [1]

2.4 CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN INTERIOR

En los cálculos de iluminación interior se deben tener en cuenta los requisitos de Iluminancia, la uniformidad y el índice de deslumbramiento. Para ello se tienen diferentes procedimientos a realizar para las mediciones fotométricas en iluminación interior.

2.4.1 Medición de iluminancia general de un salón.

Para mediciones de precisión el área debe ser dividida en cuadrados y la iluminancia se mide en el centro de cada cuadrado y a la altura del plano de trabajo. Para la verificación de diseños se deberán usar las mismas mallas de cálculo empleadas.

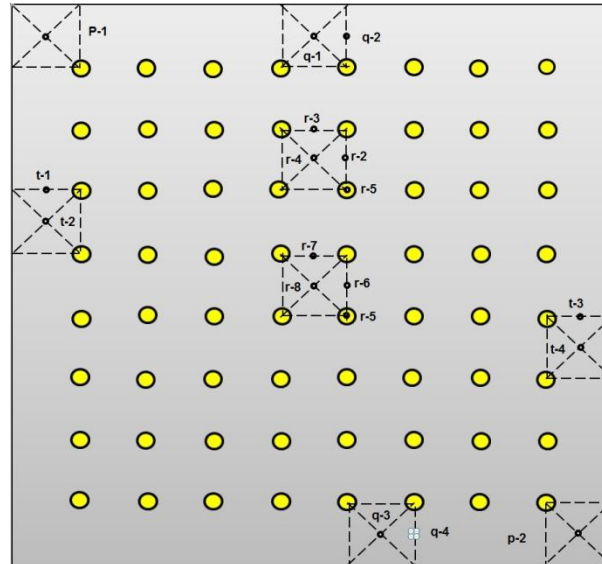
La iluminancia promedio del área total se puede obtener al promediar todas las mediciones. Para tomar las lecturas el sensor del luxómetro se debe colocar en el plano de trabajo, si no se especifica este parámetro, se considera un plano imaginario de trabajo de 0,75 m, sobre el nivel del suelo para trabajar sentados y de 0,85 m para trabajos de pie. Esto se puede lograr por medio de un soporte portátil sobre el cual se coloca el sensor.

La luz día se puede excluir de las lecturas, ya sea tomándolas en la noche o mediante persianas superficies opacas que no permiten la penetración de la luz día. El área se debe dividir en pequeños cuadrados, tomando lecturas en cada cuadrado y calculando la media aritmética. Una cuadrícula de 0,6 metros es apropiada para muchos espacios. [1]

2.4.1.1 Medición de iluminancia promedio, en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas

Para hacer medición de Iluminancia promedio en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas, el diseñador, planificador o encargado de la medida, reparte los puntos de medición con base en la Figura 3.

Figura 3 Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas



Fuente Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP

$$E_{prom} = \frac{R(N-1)(M-1) + Q(N-1) + T(M-1) + P}{NM} [lx] \quad (2)$$

Donde:

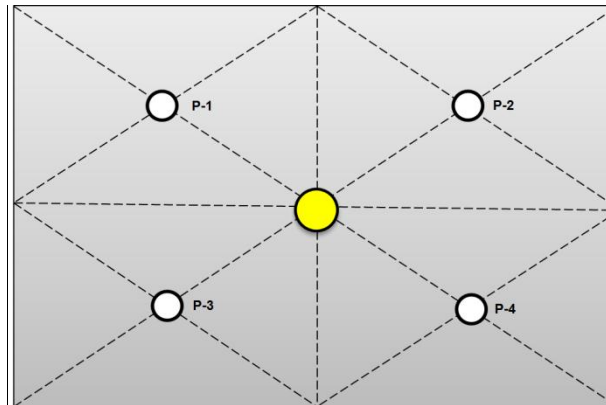
E_{prom} Iluminancia promedio en lx
 N Número de luminarias por fila.
 M Número de filas.

- Se toman lecturas en los puntos r-1, r-2, r-3 y r-4 para una cuadrícula típica interior. Se repite a los puntos r-5, r-6, r-7 y r-8 para una cuadrícula típica central, promedie las 8 lecturas. Este es el valor R de la ecuación de la iluminancia promedio.
- Se toman lecturas en los puntos q-1, q-2, q-3, y q-4, en dos cuadrículas típicas de cada lado del salón. El promedio de estas cuatro lecturas es el valor Q de la ecuación de la iluminancia promedio.
- Se toman lecturas en los puntos t-1, t-2, t-3, y t-4 en dos cuadrículas típicas de cada final del salón, se promedian las cuatro lecturas. Este es el valor T de la ecuación de la iluminancia promedio.
- Se toman lecturas en los puntos p-1, p-2, en dos cuadrículas típicas de las esquinas, se promedia las dos lecturas. Este es el valor P de la ecuación de la iluminancia promedio.
- Se determina la iluminancia promedio en el área utilizando la ecuación de E_{prom} . [1]

2.4.1.2 Áreas regulares luminaria simple con localización simétrica

Para hacer medición de Iluminancia promedio en una zona o área con esta disposición, el diseñador, planificador o encargado de la medida, reparte los puntos de medición con base en la Figura 4.

Figura 4 Puntos de medición de iluminancia de una luminaria en la cuadrícula de un local con una sola luminaria



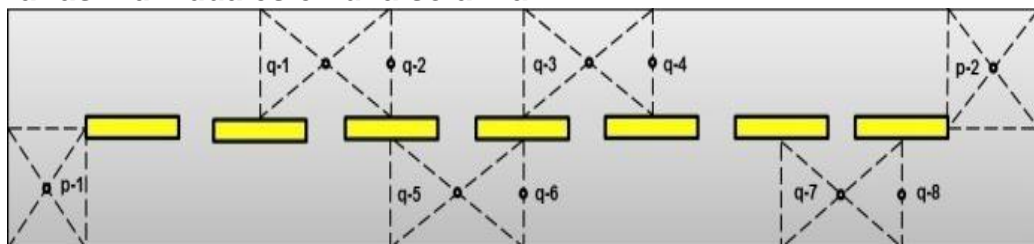
Fuente Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP

Se toman lecturas en los puntos p 1, p 2, p 3, y p 4, en las cuatro cuadrículas, se promedian las cuatro lecturas. Este es el valor P de la ecuación de la iluminancia promedio del área de la Figura 4. [1]

2.4.1.3 Áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila.

Para hacer medición de Iluminancia Promedio en una zona o área con esta disposición, el diseñador, planificador o encargado de la medida, reparte los puntos de medición con base en la Figura 5.

Figura 5 Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con luminarias individuales en una sola fila



Fuente Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP

$$E_{prom} = \frac{Q(N - 1) + P}{N} \quad (3)$$

Donde:

E_{prom} Iluminancia promedio
 N Número de luminarias.

- Se toman lecturas en los puntos q-1, hasta q-8, en cuatro cuadrículas típicas, localizadas dos en cada lado del área. Se promedian las 8 lecturas. Este es el valor de Q de la ecuación de la iluminancia promedio.
- Se toman lecturas en los puntos p-1, y p-2, para dos cuadrículas típicas de las esquinas. Se promedian las 2 lecturas. Este es el valor P de la ecuación de la iluminancia promedio.
- Se determina la iluminancia promedio en el área utilizando la ecuación de E_{prom} .

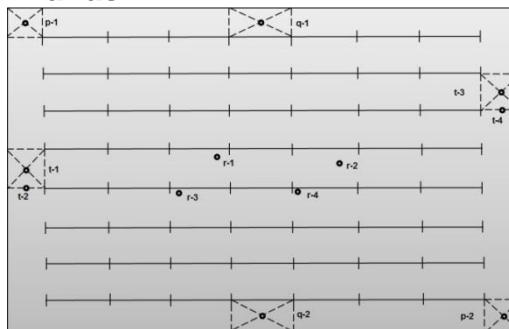
Es muy importante registrar una descripción detallada del área de la medición, junto con todos los otros factores que pueden afectar los resultados, tales como:

- Tipo de bombilla y su tiempo de utilización.
- Tipo de luminaria y balasto.
- Medida de la tensión de alimentación.
- Reflectancia de la superficie interior.
- Estado de mantenimiento, último día de limpieza.
- Instrumento de medición usado en la medición. [1]

2.4.1.4 Áreas regulares con luminarias de dos o más filas.

Para hacer medición de Iluminancia Promedio en una zona o área con esta disposición, el diseñador, planificador o encargado de la medida, reparte los puntos de medición con base en la Figura 6.

Figura 6 Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con dos o más filas de luminarias



Fuente Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP

$$E_{prom} = \frac{RN(m-1)(m-1) + QN + T(m-1) + P}{M(n+1)} [lx] \quad (4)$$

Donde:

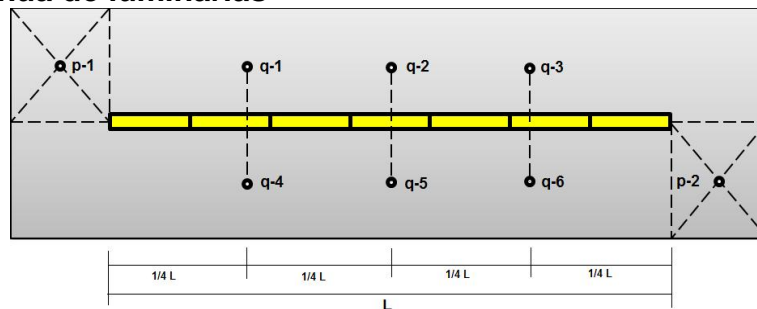
E_{prom}	Iluminancia promedio en lx
N	Número de luminarias por fila.
M	Número de filas.

- Se toman lecturas en los puntos r-1, r-2, r-3 y r-4 localizados en el centro del área y se promedian las 4 lecturas. Este es el valor R de la ecuación de la iluminancia promedio.
- Se toman lecturas en los puntos q-1, y q-2, localizadas en la mitad de cada lado del salón y entre la fila de luminarias más externa y la pared. El promedio de estas dos lecturas es el valor Q de la ecuación de la iluminancia promedio.
- Se toman lecturas en los puntos t-1, t-2, t-3, y t-4 en cada final del salón. Se promedian las cuatro lecturas. Este es el valor T de la ecuación de la iluminancia promedio.
- Se toman lecturas en los puntos p-1, p-2, en dos cuadrículas típicas de las esquinas. Se promedian las dos lecturas. Este es el valor P de la ecuación de la iluminancia promedio.
- Se determina la iluminancia promedio en el área utilizando la ecuación de E_{prom} . [1]

2.4.1.5 Áreas regulares con fila continua de luminarias individuales

Para hacer medición de Iluminancia Promedio en una zona o área con esta disposición, el diseñador, planificador o encargado de la medida, reparte los puntos de medición con base en la Figura 7.

Figura 7 Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con una fila continua de luminarias



Fuente Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP

$$E_{prom} = \frac{QN + P}{N + 1} \quad (5)$$

Donde:

E_{prom} luminancia promedio en lx.
N Número de luminarias.

- a) Se toman lecturas en los puntos q-1, hasta q-6. Se promedian las 6 lecturas. Este es el valor Q de la ecuación de la iluminancia promedio.
- b) Se toman lecturas en los puntos p-1 y p-2, para dos cuadrículas típicas de las esquinas. Se promedian las 2 lecturas. Este es el valor P de la ecuación de la iluminancia promedio.
- c) Se determina la iluminancia promedio en el área utilizando la ecuación de E_{prom} . [1]

2.5 INSTRUMENTOS DE MEDICION DE ILUMINACION

Los proyectos de iluminación, las fuentes y luminarias se deben medir con los instrumentos adecuados, con las calibraciones y certificaciones acordes con las normas de metrología establecidas en el país.

2.5.1 Medidor de flujo luminoso

Las medidas de flujo luminoso son realizadas por medio de un foto elemento, el cual está ajustado según la curva de sensibilidad fotópica del ojo a las radiaciones monocromáticas y en cuyo interior se ubica la fuente luminosa a medir, incorporado a un casco esférico el cual es conocido como la Esfera de Ulbricht; todas estas mediciones son realizadas en laboratorios acreditados o reconocidos. Las cantidades fotométricas que se necesitan medir en trabajos de campo son la iluminancia y la luminancia, las cuales se miden con el luxómetro y el luminancímetro. [1]

2.5.1.1 Medidor de iluminancia

Un medidor de iluminancia (Luxómetro) tiene tres características importantes: sensibilidad, corrección de color y corrección coseno. La sensibilidad se refiere al rango de iluminancia que cubre, dependiendo si será usado para medir luz natural, iluminación interior o exterior nocturna. Para una adecuada medición de iluminancia se requiere que el luxómetro tenga certificado de calibración vigente y las siguientes especificaciones técnicas: respuesta espectral \leq al 4% de la curva CIE Standard, error de Coseno \leq al 3% a 30°, pantalla de 3,5 dígitos, precisión de \pm 5% de lectura \pm un dígito y rango de lectura entre 0.1 y 19.990 luxes. [1]

2.5.1.2 Medidor de luminancia

El luminancímetro mide la luminancia media sobre un área específica. Posee un sistema óptico que enfoca la imagen sobre un detector. Mirando a través del sistema óptico el operador puede identificar el área sobre la que está midiendo la luminancia, y usualmente muestra la luminancia promedio sobre esta área.

2.6 FORMATOS

Todas las lecturas deben ser registradas y mostradas de acuerdo con los siguientes formatos:

Tabla 8 Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO

EMPRESA: _____

FECHA: _____ DIA: _____ NOCHE: _____

1. CONDICIONES DEL ÁREA:

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA:

DIMENSIONES:

LONGITUD: _____ ANCHO: _____ ALTURA: _____

PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:

2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS

DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes						
Techo						
Piso						
Superficie de trabajo						
Equipo o Máquina						

3. CONDICIONES GENERALES:

Clasificación del equipo			
Luminarias, tipo			
Especificación de las bombillas			
bombillas por luminaria			
Número de luminarias			
Número de filas			
Luminarias por fila			
Altura del montaje			
Espacios entre luminarias			
Condición de las luminarias	Limpio	Medio	Sucio

Descripción de la iluminación local o complementaria.

Estudios realizados anteriormente: *Si*__ *No* ____

Tabla 9 Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón.

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: _____ SECCIÓN: _____

Dimensiones del Salón: Largo: _____ Ancho: _____ Altura: _____

Disposición de las luminarias en el local: _____

(La identificación de puntos de medición depende del local y la distribución de las luminarias.

Consultar el Numeral 490-1 del Capítulo 4 del RETILAP y fórmulas para el cálculo de Eprom)

EQUIPO DE MEDIDA: _____

Tabla de datos

Identificación de los puntos	DIA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana(AM)	Medio día(M)	Tarde(PM)		
r-1					
r-2					
r-3					
r-4					
r-5					
r-6					
r-7					
r-8					
q-1					
q-2					
q-3					
q-4					
q-5					
q-6					
q-7					
q-8					
t-1					
t-2					
t-3					
t-4					
p-1					
p-2					
p-3					
p-4					
Eprom					

% UNIFORMIDAD: _____

Tabla 10 Formato 3. Medición de la iluminancia en el puesto de trabajo.

MEDIDAS DE ILUMINANCIA EN LOS PUESTOS DE TRABAJO

EMPRESA: _____ SECCIÓN: _____

FECHA: _____ HORA: _____

OFICIO: _____ EQUIPO MEDICIÓN: _____

Tabla de datos

Lectura puesto de trabajo	Altura sobre el piso	NIVEL DE ILUMINANCIA						
		Plano			General únicamente		General + suplementaria	
		Vertical	Horizontal	Inclinado	Promedio	Rango recomendado	Promedio	Rango recomendado

Responsable _____ Matrícula profesional Nº _____

Tabla 11 Formato 4. Especificación de la instalación de iluminación.

ESPECIFICACIONES DE LA INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN

EMPRESA: _____

Área: _____

OBJETIVOS:

Nivel de iluminancia de diseño: _____ Lux

Coefficiente de uniformidad CU: _____

Otros: _____

APROVECHAMIENTO DE LA LUZ NATURAL:

Iluminancia exterior producida por la luz natural. _____ Lux

Iluminancia interior producida por la luz natural. _____ Lux

Coefficiente de luz diurna (CLD): _____ %

Coefficiente mínimo promedio exigido de luz diurna: _____

(Para los valores mínimos del Coeficiente de Luz Diurna CLD que deben cumplir las edificaciones ver el Tabla 415-1.c) del Capítulo 4 del RETILAP)

TIPO INSTALACIÓN ILUMINACIÓN NATURAL:

Instalación luz día

Techo _____ ventanas _____ ambas _____

ILUMINACIÓN ARTIFICIAL:

Número de luminarias: _____

Área de trabajo: Largo: _____ Ancho _____

Altura del plano de trabajo sobre el nivel del piso: _____

Altura de las luminarias sobre el plano de trabajo: _____

Altura de suspensión de las luminarias desde el techo: _____

Distancia entre centro de luminarias a lo Largo: _____

Distancia entre centro de luminarias a lo Ancho: _____

BOMBILLAS o LÁMPARAS:

Fabricante y referencia: _____

Tipo de bombilla: _____

Potencia de la bombilla: _____ W

Lúmenes iniciales (100 h): _____ lm

Período de reemplazo de las bombillas: _____ horas

Factor de depreciación de lúmenes de las bombillas: _____

LUMINARIA:

Fabricante y referencia. _____

Bombillas por luminaria: _____

Potencia total por luminaria. _____ W

MANTENIMIENTO:

Período limpieza de ventanas: _____ meses

Período de limpieza de techos: _____ meses

Período limpieza de luminarias: _____ meses

Período de reemplazo de las bombillas: _____ meses

Período de limpieza de manteniendo de techo, paredes y pisos: _____

Diseñador del sistema: _____

Fecha: _____

Responsable _____ Matrícula profesional N° _____

3 DIAGNOSTICO GENERAL

En el presente capítulo se encuentran consignados los datos generales del quinto piso del Bloque H de la Universidad Tecnológica de Pereira. De igual manera se encuentran consignados los datos específicos de cada área que se encuentran dentro de este. También se mostraran tablas y gráficos estadísticos que permiten comparar los valores simulados con los valores medidos de cada local inspeccionado.

3.1 LÁMPARAS Y LUMINARIAS

3.1.1 Lámparas

En el quinto piso del Bloque H se encuentran 3 tipos de lámparas utilizadas, las cuales se encuentran sujetas a las vigas metálicas y otras que están empotradas en el techo de la edificación y están debidamente marcadas de forma legible como se muestra en la figura 8 y se encuentra estipulado en la Tabla 12.

Tabla 12 Requisitos de marcación de las lámparas

REQUISITOS	Sylvania Octron 6500K F32T8 2x32W	GE Ecolux Starcoat F32T8/SO41/ECO	Philips F32T8 TL750
Marca registrada, logotipo o razón social del fabricante	Cumple	Cumple	Cumple
Apariencia o temperatura del color	Cumple	No Cumple	No Cumple
Índice de rendimiento del color (IRC)	Cumple	No Cumple	No Cumple
Potencia nominal en vatios (W)	Cumple	Cumple	Cumple
Flujo Luminoso (lm)	Cumple	No Cumple	No Cumple

Figura 8 Marcación de las lámparas



3.1.1.1 Potencia, Vida Útil y Eficacia luminosa

En relación a la potencia, la eficacia lumínica y la vida útil estipulada en el RETILAP para las lámparas de mercurio de baja presión tipo fluorescente con balasto independiente tipo T8 se tiene lo siguiente:

Tabla 13 Potencia, Vida útil y Eficacia luminosa

	Potencia (W)	Observación	Vida Útil (Horas)	Observación	Eficacia Luminosa (lm/W)	Observación
Sylvania Octron 6500K F32T8 2x32W	32	Cumple	15 000	Cumple	66	No cumple
GE Ecolux Starcoat F32T8/SO41/ECO	32	Cumple	30 000	Cumple	88	Cumple
Philips F32T8 TL750	32	Cumple	36 000	Cumple	86	Cumple

Teniendo en cuenta que:

- El nivel de potencia establecido se encuentra entre 31 W y 40 W
- El mínimo nivel de vida útil debe ser 10 000 Horas
- El mínimo nivel de eficacia lumínica debe ser 78 lm/W

3.1.2 Luminarias

Una luminaria representa en si un completo sistema de iluminación, conformado por un cuerpo o caja portalámparas, lámparas y en ocasiones por un balasto o un transformador. Todas las luminarias para uso en alumbrado público e iluminación en general deben cumplir con los siguientes requisitos y demostrarlos mediante certificado de conformidad de producto.

3.1.2.1 Requisitos eléctricos y mecánicos de las luminarias

- a) El conjunto eléctrico de la luminaria tal como lo es el balasto y la bornera de conexiones esta acoplado en el interior del cuerpo de la luminaria tal como lo exige el RETILAP, además tiene un diseño sencillo el cual permite su fácil inspección, limpieza, mantenimiento y reemplazo de sus elementos.
- b) Las luminarias tienen espacio suficiente para albergar todas las partes del conjunto y realizar los empalmes y conexiones necesarias de la instalación como se muestra en la figura 9.

Figura 9 Parte interna de una luminaria para lámpara tubular fluorescente



- c) Las luminarias y lámparas instaladas no tienen partes energizadas expuestas normalmente al contacto, que puedan ser un riesgo para las personas.

El RETILAP exige que las luminarias deban ir marcadas en forma directa sobre el cuerpo o en una placa metálica exterior de fácil visualización, en este caso esto no se cumple debido a que la única marcación con que cuentan estas luminarias es la marca de la empresa certificadora y en un material adhesivo.

3.1.2.2 Carcasas

Con respecto a las carcasas metálicas se revisaron los bordes para saber si se encuentran en buen estado y no presentan puntos cortantes o corrosión que puede afectar los conductores o a las personas que realizan el mantenimiento. También se cumple con las dimensiones que son adecuadas para que no se alcance los niveles críticos de temperatura y se ocasione un accidente como se muestra en la figura 10.

Figura 10 Carcasa de las luminarias



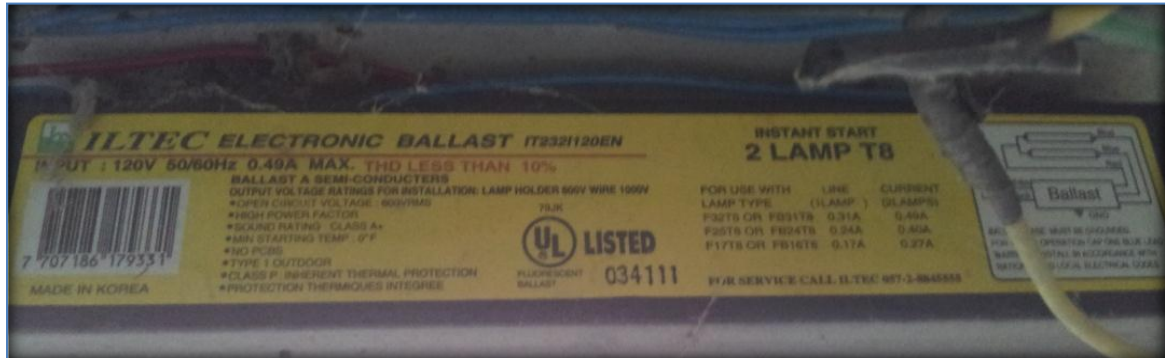
3.1.2.3 Balastos

En el quinto piso del Bloque H, se encontraron balastos electrónicos con protección térmica integral, los cuales cuentan con un diagrama de conexiones y una rotulación legible tal y como se exige en el RETILAP y como se muestra en la figura 14. Los balastos cuentan con la siguiente información:

Tabla 14 Requisitos de marcación de balastos

MARCACIÓN REQUERIDA	OBSERVACIÓN
Potencia nominal	Cumple
Diagrama de conexiones	Cumple
Tensión de conexiones	Cumple
Corriente de entrada	Cumple
Tensión de bombilla	Cumple
Mes y año de fabricación	No cumple
Temperatura nominal máxima de operación	Cumple
Tipo de bombilla	Cumple
Identificación de terminales	Cumple
Factor del balasto	No cumple
Modelo y referencia	Cumple
Marca de fábrica	Cumple

Figura 11 Balastos

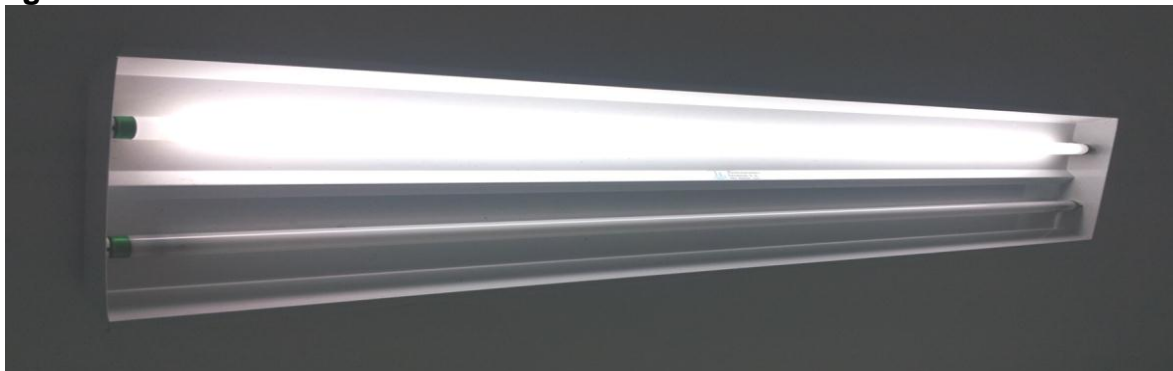


El conjunto eléctrico de la luminaria incluyendo el balasto está debidamente diseñado para facilitar el montaje, inspección, limpieza, mantenimiento y reemplazo de sus elementos identificados y marcados claramente. Gracias al diseño de la estructura del quinto piso del Bloque H se permite un fácil acceso a los balastos, a la bornera de conexiones y a los conductores. De acuerdo a la tabla 14 los balastos instalados en este piso, corresponden a la marca ILTEC (Electronic Ballast) y no cumplen con el rotulado de mes y año de fabricación y el factor de balasto.

3.2 MANTENIMIENTO

Durante la inspección visual se encontró que en el quinto piso del Bloque H de la Universidad Tecnológica de Pereira no presenta un plan de mantenimiento apropiado para las luminarias y superficies ya que varios salones e inclusive en pasillos se aprecia luminarias en mal estado, lo cual no garantiza una excelente iluminación artificial; por tal motivo no se cumple con los parámetros luminotécnicos adecuados, como se muestra en la figura 12.

Figura 12 Plan de mantenimiento



Hay que tener en cuenta que para un excelente rendimiento de la iluminación seleccionada para cada espacio, se debe contar con un plan de mantenimiento que mantenga en buen estado tanto las luminarias como las superficies del local y los instrumentos que allí se utilicen, debido a que la suciedad depositada en cada espacio hace que no se tenga el mismo rendimiento energético con el que se contaba inicialmente.

3.3 ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

El quinto piso del bloque H de la Universidad Tecnológica de Pereira no cuenta con un sistema de iluminación de emergencia pero tiene una planta generadora no permanente que entra en acción durante una falla de suministro normal de energía; la cual necesita de un mantenimiento periódico.

También se cuenta con una alarma contra incendios, señalización de las vías de evacuación, salidas y gabinete de incendios, cumpliendo con los requisitos establecidos por la norma como se muestra en la figura 13.

Figura 13 Señalización de evacuación y gabinete de incendios



3.4 DATOS ESPECIFICOS DE CADA AREA INSPECCIONADA

En los siguientes ítems, se darán a conocer los distintos datos relacionados con el UGR, VEEI y Eprom, medidos, simulados y requeridos, obtenidos durante la inspección a cada área así como también una imagen del aula simulada y una imagen de la distribución de la luminaria.

3.4.1 Salón de clase H-501

En la figura 14, se muestra la simulación en el DIALux del salón de clase H-501.

Figura 14 Vista previa del salón de clase H-501



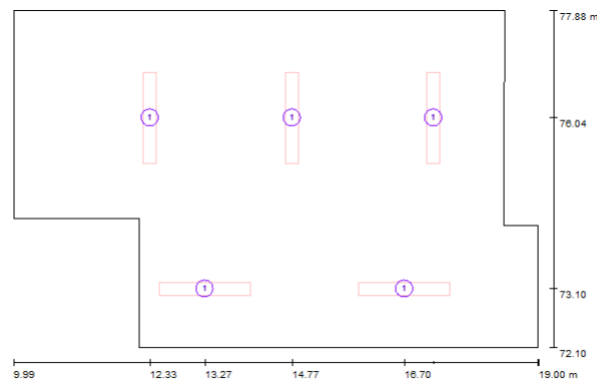
La tabla 15 muestra los resultados medidos, simulados y requeridos del salón de clase H-501.

Tabla 15 Resultados del salón de clase H-501

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	325,5	286	300
VEEI (W/m ²)	2,48	2,71	4
UGR	---	19	19

En la figura 15, se muestra la imagen de la forma como está distribuida la luminaria del salón de clase H-501.

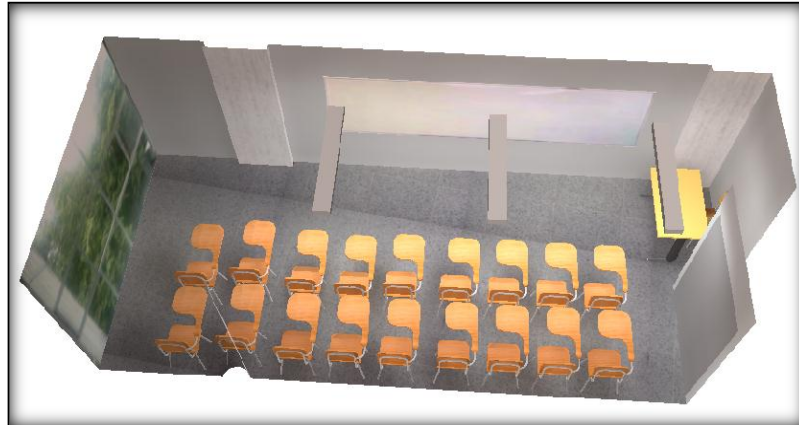
Figura 15 Distribución de las luminarias del salón de clase H-501



3.4.2 Salón de clase H-502

En la figura 16, se muestra la simulación en el DIALux del salón de clase H-502.

Figura 16 Vista previa del salón de clase H-502



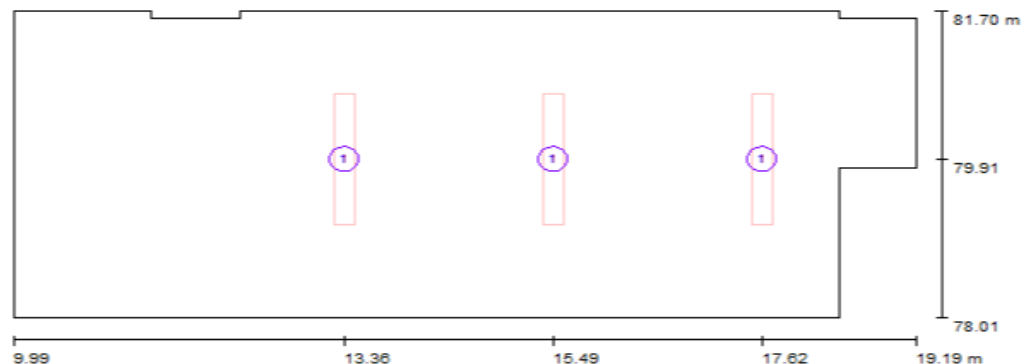
La tabla 16 muestra los resultados medidos, simulados y requeridos del salón de clase H-502.

Tabla 16 Resultados del salón de clase H-502

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	113,83	245	300
VEEI (W/m ²)	5,73	2,64	4
UGR	---	19	19

En la figura 17, se muestra la imagen de la forma como está distribuida la luminaria del salón de clase H-502.

Figura 17 Distribución de las luminarias del salón de clase H-502



3.4.3 Salón de clase H-503

En la figura 18, se muestra la simulación en el DIALux del salón de clase H-503.

Figura 18 Vista previa del salón de salón de clase H-503



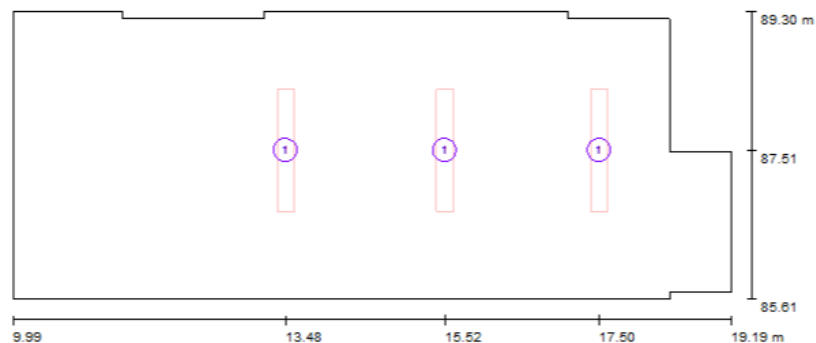
La tabla 17 muestra los resultados medidos, simulados y requeridos del salón de clase H-503.

Tabla 17 Resultados del salón de clase H-503

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	122,83	228	300
VEEI (W/m ²)	3,20	2,87	4
UGR	---	19	19

En la figura 19, se muestra la imagen de la forma como está distribuida la luminaria del salón de clase H-503.

Figura 19 Distribución de las luminarias H-503



3.4.4 Oficina de bellas artes H-503

En la figura 20, se muestra la simulación en el DIALux de la oficina de bellas artes H-503.

Figura 20 Vista previa de la oficina de bellas artes H-503



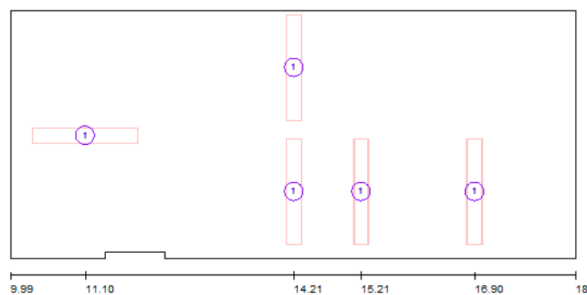
La tabla 18 muestra los resultados medidos, simulados y requeridos de la oficina de bellas artes H-503.

Tabla 18 Resultados de la oficina de bellas artes H-503

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	123,55	228	300
VEEI (W/m ²)	12,78	4,55	4
UGR	---	10	22

En la figura 21, se muestra la imagen de la forma como está distribuida la luminaria de la oficina de bellas artes H-503.

Figura 21 Distribución de las luminarias de la oficina de bellas artes H-503



3.4.5 Salón de clase H-504

En la figura 22, se muestra la simulación en el DIALux del salón de clase H-504.

Figura 22 Vista previa del salón de clase H-504



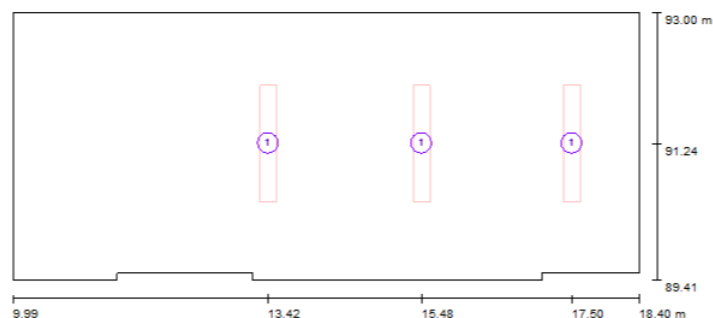
La tabla 19 muestra los resultados medidos, simulados y requeridos del salón de clase H-504.

Tabla 19 Resultados del salón de clase H-504

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	135	245	300
VEEI (W/m ²)	5,09	2,86	4
UGR	---	20	19

En la figura 23, se muestra la imagen de la forma como está distribuida la luminaria del salón de clase H-504.

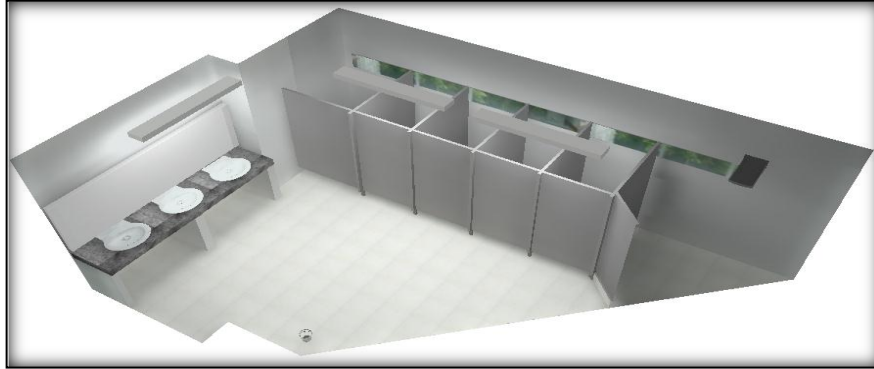
Figura 23 Distribución de las luminarias del salón de clase H-504



3.4.6 Baño de mujeres H-505

En la figura 24, se muestra la simulación en el DIALux del baño de mujeres H-505.

Figura 24 Vista previa del baño de mujeres H-505



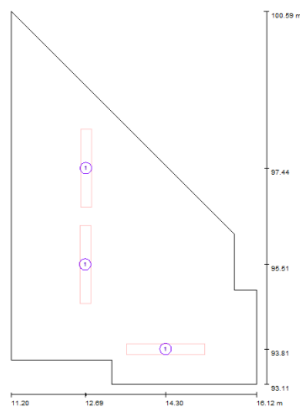
La tabla 20 muestra los resultados medidos, simulados y requeridos del baño de mujeres H-505.

Tabla 20 Resultados del baño de mujeres H-505

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	174,87	211	100
VEEI (W/m²)	8,46	4,27	4,5
UGR	---	20	25

En la figura 25, se muestra la imagen de la forma como está distribuida la luminaria del baño de mujeres H-505.

Figura 25 Distribución de las luminarias del baño de mujeres H-505



3.4.7 Salón de clase H-506

En la figura 26, se muestra la simulación en el DIALux del salón de clase H-506.

Figura 26 Vista previa del salón de clase H-506



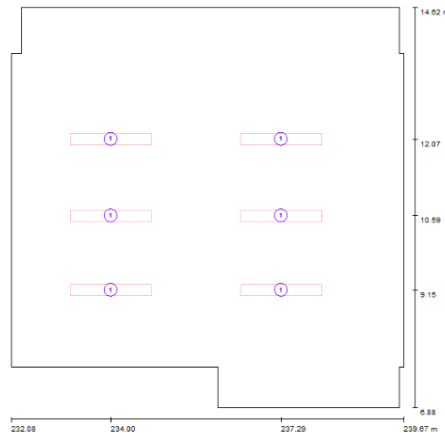
La tabla 21 muestra los resultados medidos, simulados y requeridos del salón de clase H-506.

Tabla 21 Resultados del salón de clase H-506

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	523,91	275	300
VEEI (W/m ²)	1,7	2,77	4
UGR	---	18	19

En la figura 27, se muestra la imagen de la forma como está distribuida la luminaria del salón de clase H-506.

Figura 27 Distribución de las luminarias del salón de clase H-506



3.4.8 Sala de reuniones de maestría H-507

En la figura 28, se muestra la simulación en el DIALux de la sala de reuniones de maestría H-507.

Figura 28 Vista previa de la sala de reuniones maestría H-507



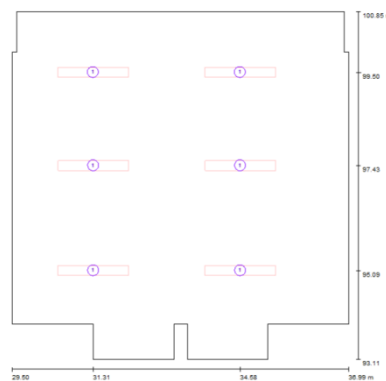
La tabla 22 muestra los resultados medidos, simulados y requeridos de la sala de reuniones de maestría H-507.

Tabla 22 Resultados de la sala de reuniones de maestría H-507

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	620,5	262	300
VEEI (W/m ²)	1,44	2,93	4
UGR	---	17	22

En la figura 29, se muestra la imagen de la forma como está distribuida la luminaria de la sala de reuniones de maestría H-507.

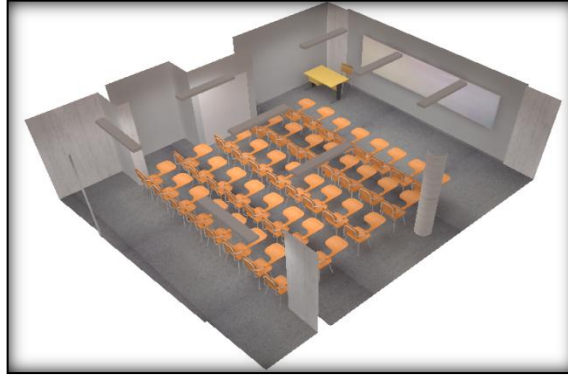
Figura 29 Distribución de las luminarias de la sala de reuniones de maestría H-507



3.4.9 Salón de clase H-508

En la figura 30, se muestra la simulación en el DIALux del salón de clase H-508.

Figura 30 Vista previa del salón de clase H-508



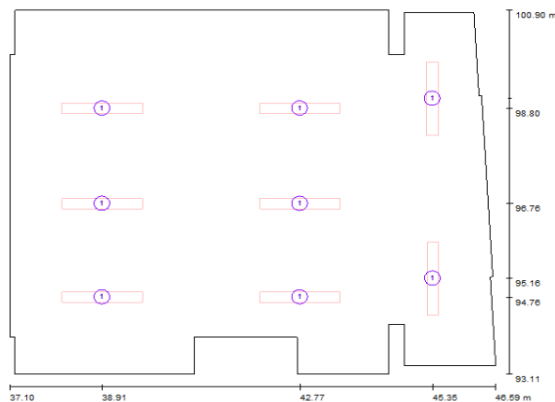
La tabla 23 muestra los resultados medidos, simulados y requeridos del salón de clase H-508.

Tabla 23 Resultados del salón de clase H-508

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	234,55	295	300
VEEI (W/m²)	3,9	2,73	4
UGR	---	17	19

En la figura 31, se muestra la imagen de la forma como está distribuida la luminaria del salón de clase H-508.

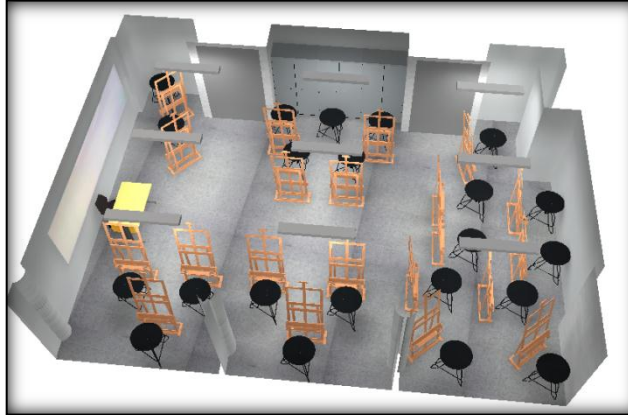
Figura 31 Distribución de las luminarias del salón de clase H-508



3.4.10 Sala de dibujo H-510

En la figura 32, se muestra la simulación en el DIALux de la sala de dibujo H-510.

Figura 32 Vista previa de la sala de dibujo H-510



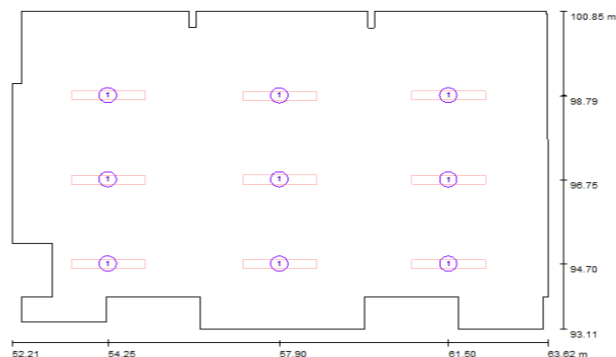
La tabla 24 muestra los resultados medidos, simulados y requeridos de la sala de dibujo H-510.

Tabla 24 Resultados de la sala de dibujo H-510

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	199,38	240	300
VEEI (W/m ²)	4,7	3,17	4
UGR	---	22	19

En la figura 33, se muestra la imagen de la forma como está distribuida la luminaria de la sala de dibujo H-510.

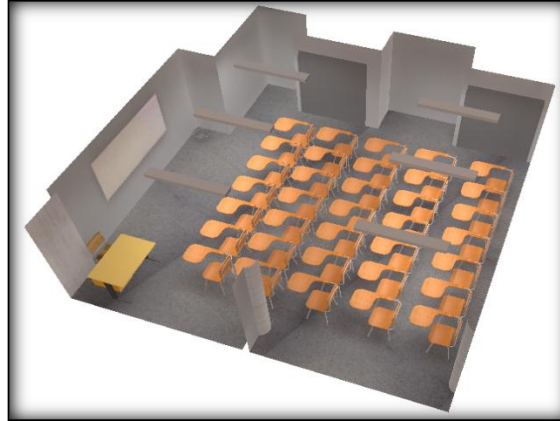
Figura 33 Distribución de las luminarias de la sala de dibujo H-510



3.4.11 Salón de clase H-511

En la figura 34, se muestra la simulación en el DIALux del salón de clase H-511.

Figura 34 Vista previa del salón de clase H-511



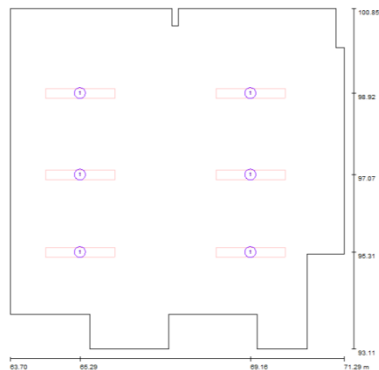
La tabla 25 muestra los resultados medidos, simulados y requeridos del salón de clase H-511.

Tabla 25 Resultados del salón de clase H-511

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	248,08	304	300
VEEI (W/m ²)	5,41	2,57	4
UGR	---	18	19

En la figura 35, se muestra la imagen de la forma como está distribuida la luminaria del salón de clase H-511.

Figura 35 Distribución de las luminarias del salón de clase H-511



3.4.12 Baño de Hombres H-512

En la figura 36, se muestra la simulación en el DIALux del baño de hombres H-512.

Figura 36 Vista previa del baño de hombres H-512



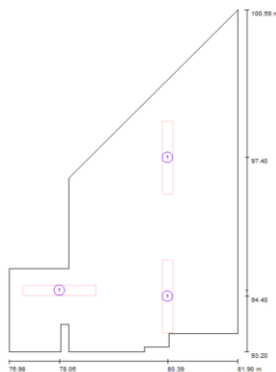
La tabla 26 muestra los resultados medidos, simulados y requeridos del baño de hombres H-512.

Tabla 26 Resultados del baño de hombres H-512

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	126,87	213	100
VEEI (W/m ²)	10,62	4,53	4,5
UGR	---	16	25

En la figura 37, se muestra la imagen de la forma como está distribuida la luminaria del baño de hombres H-512.

Figura 37 Distribución de las luminarias baño de hombres H-512



3.4.13 Univirtual oficina H-513

En la figura 38, se muestra la simulación en el DIALux de la oficina de Univirtual H-513.

Figura 38 Vista previa de la oficina de Univirtual H-513



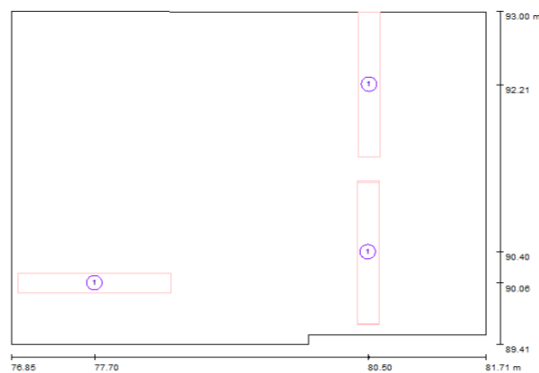
La tabla 27 muestra los resultados medidos, simulados y requeridos de la oficina de Univirtual H-513.

Tabla 27 Resultados de la oficina de Univirtual H-513

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	158,96	382	300
VEEI (W/m ²)	5,09	5,50	3,5
UGR	---	18	19

En la figura 39, se muestra la imagen de la forma como está distribuida la luminaria de la oficina de Univirtual H-513.

Figura 39 Distribución de las luminarias de la oficina de Univirtual H-513



3.4.14 Hall de Univirtual H-513

En la figura 40, se muestra la simulación en el DIALux del hall de Univirtual H-513.

Figura 40 Vista previa del hall de Univirtual H-513



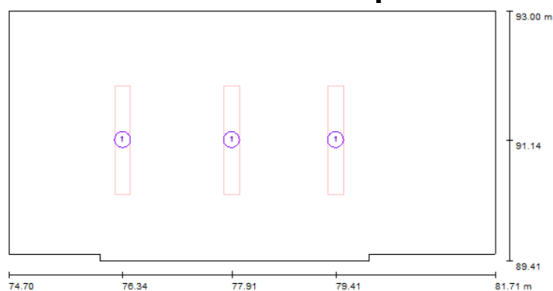
La tabla 28 muestra los resultados medidos, simulados y requeridos del hall de Univirtual H-513.

Tabla 28 Resultados del hall de Univirtual H-513

1	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	94,83	307	50
VEEI (W/m²)	4,19	5,50	4,5
UGR	---	14	28

En la figura 41, se muestra la imagen de la forma como está distribuida la luminaria del hall de Univirtual H-513.

Figura 41 Distribución las luminarias H-513 pasillo



3.4.15 Sala de reuniones de bellas artes H-514

En la figura 42, se muestra la simulación en el DIALux de la sala de reuniones de bellas artes H-514.

Figura 42 Vista previa de la sala de reuniones de bellas artes H-514



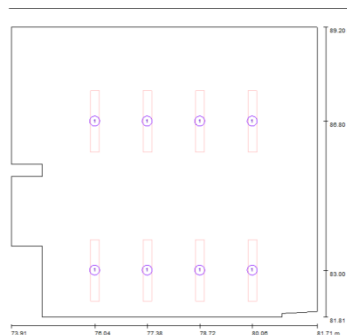
La tabla 29 muestra los resultados medidos, simulados y requeridos de la sala de reuniones de bellas artes H-514.

Tabla 29 Resultados de la sala de reuniones de bellas artes H-514

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	413,21	384	300
VEEI (W/m ²)	2,63	2,61	10
UGR	---	20	22

En la figura 43, se muestra la imagen de la forma como está distribuida la luminaria del salón de clase H-514.

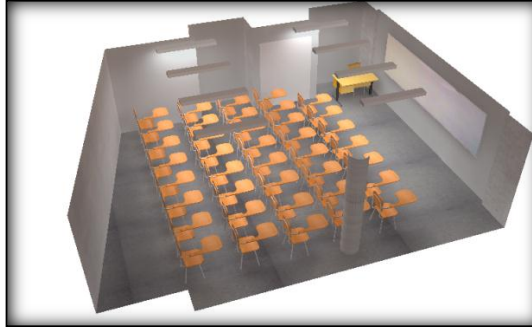
Figura 43 Distribución de las luminarias de la sala de reuniones de bellas artes H-514



3.4.16 Salón de clases H-515

En la figura 44, se muestra la simulación en el DIALux del salón de clase H-515.

Figura 44 Vista previa del salón H-515



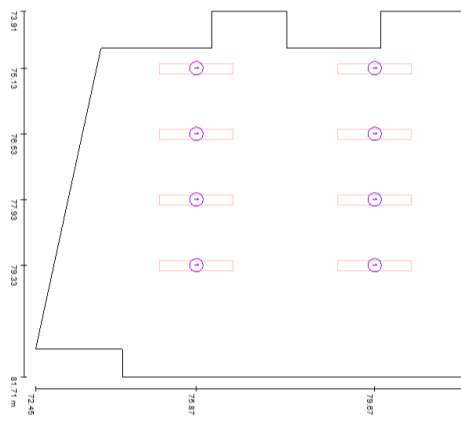
La tabla 30 muestra los resultados medidos, simulados y requeridos del salón de clase H-515.

Tabla 30 Resultados del salón de clase H-515

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	236,40	326	300
VEEI (W/m ²)	5,04	2,78	4
UGR	---	19	19

En la figura 45, se muestra la imagen de la forma como está distribuida la luminaria del salón de clase H-515.

Figura 45 Distribución de las luminarias H-515



3.4.17 Hall

En la figura 46, se muestra la simulación en el DIALux del Hall.

Figura 46 Vista previa del Hall



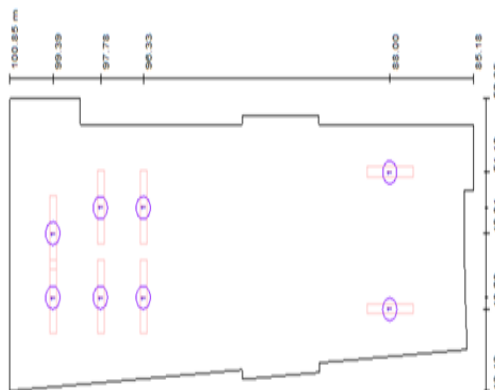
La tabla 31 muestra los resultados medidos, simulados y requeridos del Hall.

Tabla 31 Resultados del Hall

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	367,41	151	50
VEEI (W/m ²)	2,20	4,47	4,5
UGR	---	15	28

En la figura 47, se muestra la imagen de la forma como está distribuida la luminaria del Hall.

Figura 47 Distribución de las luminarias del Hall



3.4.18 Pasillo A

En la figura 48, se muestra la simulación en el DIALux del pasillo A comprendido entre los salones H-501 y H-508.

Figura 48 Vista previa del pasillo parte A



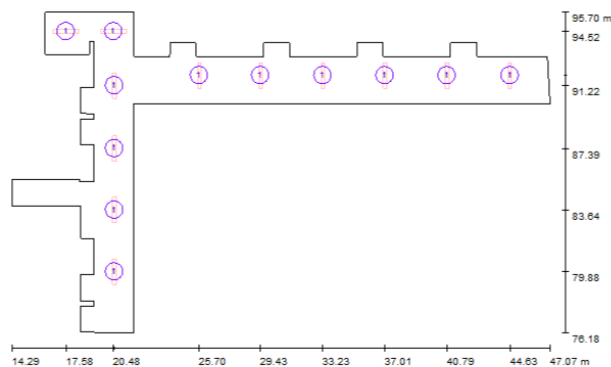
La tabla 32 muestra los resultados medidos, simulados y requeridos del pasillo A. comprendido entre los salones H-501 y H-508.

Tabla 32 Resultados pasillo parte A

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	108,59	101	50
VEEI (W/m ²)	7,4	5,66	4,5
UGR	---	17	28

En la figura 49, se muestra la imagen de la forma como está distribuida la luminaria del pasillo A comprendido entre los salones H-501 y H-508.

Figura 49 Distribución de las luminarias pasillo parte A



Es

3.4.19 Pasillo B

En la figura 50, se muestra la simulación en el DIALux del pasillo B comprendido entre los salones H-510 y H-515.

Figura 50 Vista previa del pasillo parte B



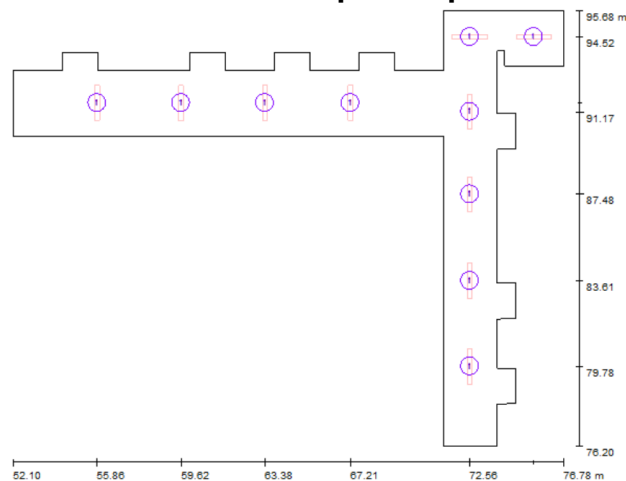
La tabla 33 muestra los resultados medidos, simulados y requeridos del pasillo B comprendido entre los salones H-510 y H-515

Tabla 33 Resultados pasillo parte B

DATOS	MEDIDO	SIMULADO	REQUERIDO
Eprom (lx)	71,08	115	50
VEEI (W/m ²)	8,49	5,12	4,5
UGR	---	19	28

En la figura 51, se muestra la imagen de la forma como está distribuida la luminaria del pasillo A comprendido entre los salones H-501 y H-508.

Figura 51 Distribución de las luminarias pasillo parte B



3.5 ANALISIS DE RESULTADOS

En las siguientes tablas se muestran los resultados que se obtuvieron durante la inspección, donde se encuentran consignados los datos referentes a niveles de iluminancia, VEEI, y UGR para cada salón y a partir de esto llevar a cabo un análisis para realizar los diseños más óptimas para los salones que no cumplen con los límites establecidos por las normas.

3.5.1 Datos del nivel de iluminancia promedio de cada área

En la tabla 34, se encuentran las diferentes áreas del quinto piso del bloque H, con sus respectivos niveles de iluminancia promedio medidos, simulados y requeridos. Los resultados obtenidos en la columna estado actual (simulación) se realizaron en el software en el DIALux.

Tabla 34 Niveles de iluminancia promedio

LOCAL	Niveles de iluminancia promedio (lx)			Observaciones
	Medidos	Estado actual (simulación) (1)	Minimo Requeridos	
Salón de clase H-501	325,5	286	300	Cumple
Salón de clase H-502	117,91	245	300	No Cumple
Salón de clase H-503	205,33	228	300	No Cumple
Oficina de bellas artes H-503	95,12	248	300	No Cumple
Salón de clase H-504	142,26	245	300	No Cumple
Baño de mujeres H-505	148,125	211	100	Cumple
Salón de clase H-506	465,41	275	300	Cumple
Sala de reuniones de maestría H-507	546,75	262	300	Cumple
Salón de clase H-508	201,94	295	300	No Cumple
Salón de clase H-509.				
Sala de dibujo H-510	168,55	240	300	No Cumple
Salón de clase H-511	226,611	304	300	No Cumple
Baño de hombre H-512	92,06	213	100	No Cumple
Univirtual oficina H-513	301, 75	360	300	Cumple
Hall de Univirtual H-513	172,5	238	50	Cumple
Sala de reuniones bellas artes H-514	396,75	384	300	Cumple
Salón de clase H515	185,7	326	300	No Cumple
Hall	319,375	151	50	No Cumple
Pasillo parte A	98,298	101	50	Cumple
Pasillo Parte B	76,86	115	50	Cumple

En la tabla 34 se dice que no cumple, cuando los niveles de iluminación no se encuentran en el rango requerido para la iluminancia en el local consignado en el RETILAP. La diferencia que se aprecia entre los niveles de iluminancia promedio medidos y los simulados radica en varios factores como son: la depreciación lumínica que tienen las lámparas existentes como causa del desgaste natural ya que tienen aproximadamente 7 años de uso, y factores como la suciedad que se encuentra acumulada en las lámparas y luminarias. Para el salón H-509 no se realiza análisis ya que no se tuvo acceso a dicha área.

3.5.2 Datos del índice de deslumbramiento unificado de cada área inspeccionada

En la tabla 35, se encuentran las diferentes áreas del quinto piso del bloque H con sus respectivos niveles de UGR (Índice de Deslumbramiento Unificado). Esta se elaboró teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la simulación y los valores establecidos por el RETILAP.

Tabla 35 Índice de deslumbramiento unificado UGR

LOCAL	UGR (simulación)	UGR (RETILAP)	OBSERVACIONES
Salón de clase H-501	19	19	Cumple
Salón de clase H-502	19	19	Cumple
Salón de clase H-503	19	19	Cumple
Oficina de bellas artes H-503	10	22	Cumple
Salón de clase H-504	20	19	No cumple
Baño de mujeres H-505	20	25	Cumple
Salón de clase H-506	18	19	Cumple
Sala de reuniones de maestria H-507	17	22	Cumple
Salón de clase H-508	17	19	Cumple
Salón de clase H-509.			
Sala de dibujo H-510	22	19	No cumple
Salón de clase H-511	18	19	Cumple
Baño de hombre H-512	16	25	Cumple
Univirtual oficina H-513	18	19	Cumple
Hall de univirtual H-513	14	28	Cumple
Sala de reuniones bellas artes H-514	20	22	Cumple
Salón de clase H515	19	19	Cumple
Hall	15	28	Cumple
Pasillo parte A	17	28	Cumple
Pasillo Parte B	19	28	Cumple

En la tabla 35 se dice que no cumple, cuando el nivel de UGR (Índice de Deslumbramiento Unificado) simulado supera el límite máximo de UGR para el local estipulado en el RETILAP. Para el salón H-509 no se realiza análisis ya que no se tuvo acceso a dicha área.

3.5.3 Datos del valor de eficiencia energética de cada área inspeccionada

En la tabla 36, se encuentran las diferentes áreas del quinto piso del bloque H, con sus respectivos datos de VEEI (Valor de Eficiencia Energética de la Instalación). Esta se elaboró teniendo en cuenta los resultados calculados de cada área y los valores establecidos por el RETILAP.

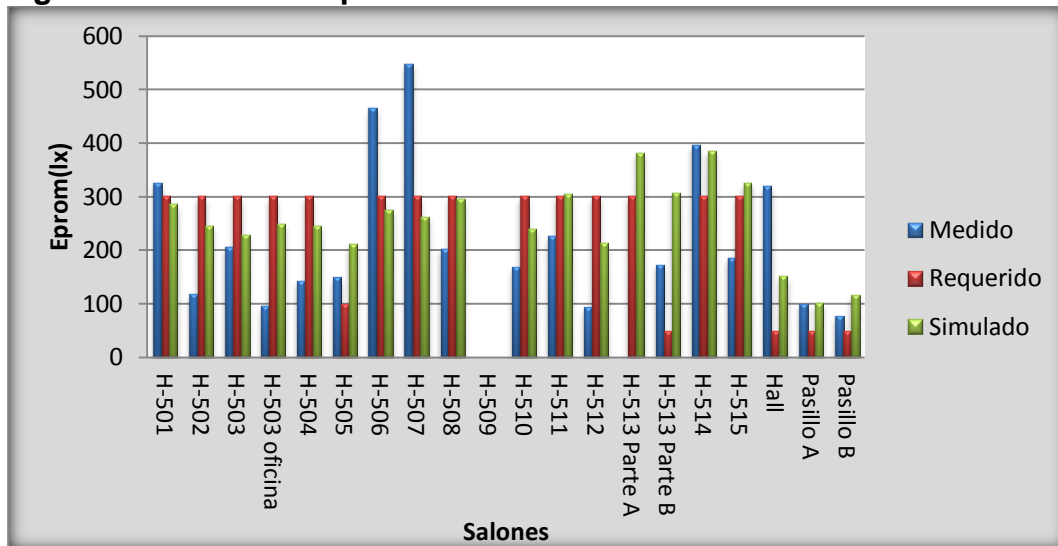
Tabla 36 Valor de eficiencia energética de la instalación

LOCAL	VEEI REAL (W/m ²)	VEEI MAXIMO (W/m ²)	VEEI SIMULADO (W/ m ²)	Observaciones
Salón de clase H-501	2,48	4	2,71	Cumple
Salón de clase H-502	5,73	4	2,64	No Cumple
Salón de clase H-503	3,20	4	2,87	Cumple
Oficina de bellas artes H-503	12,78	6	4,55	No Cumple
Salón de clase H-504	5,09	4	2,86	No Cumple
Baño de mujeres H-505	8,46	4,5	4,27	No Cumple
Salón de clase H-506	1,7	4	2,77	Cumple
Sala de reuniones de maestria H-507	1,44	4	2,93	Cumple
Salón de clase H-508	3.9	4	2,73	Cumple
Salón de clase H-509.				
Sala de dibujo H-510	4,7	4	3,17	No Cumple
Salón de clase H-511	5,41	4	2,57	No Cumple
Baño de hombre H-512	10,62	4,5	4,53	No Cumple
Univirtual oficina H-513	4,19	4,5	3,37	Cumple
Hall de univirtual H-513	5,09	6	3,52	Cumple
Sala de reuniones bellas artes H-514	2,63	10	2,61	Cumple
Salón de clase H515	5,04	4	2,78	No Cumple
Hall	2,20	4,5	4,47	Cumple
Pasillo parte A	7,4	10	5,66	Cumple
Pasillo Parte B	8,49	10	5,12	Cumple

En la tabla 36 se dice que no cumple, cuando se superan los límites máximos de VEEI para cada área estipulado en el RETILAP. Para el salón H-509 no se realiza análisis ya que no se tuvo acceso a dicha área.

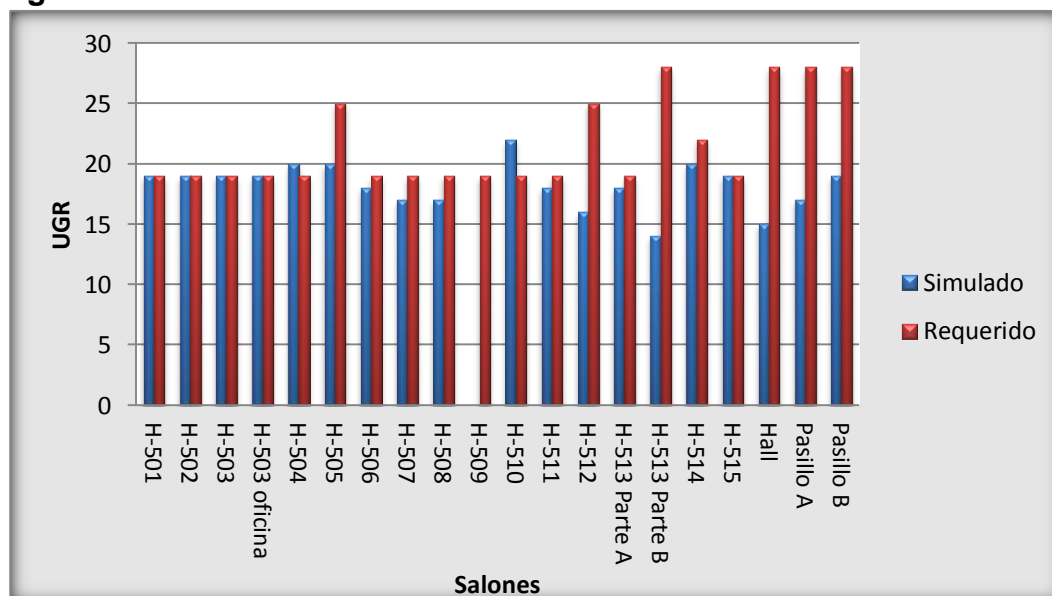
En la figura 52, se realiza un análisis de los valores medidos, requeridos y simulados para los niveles de iluminancia promedio de los salones, para observar cuales son los puntos más críticos que no cumplen con los requisitos establecidos por el RETILAP y proceder a realizar una propuesta de mejoramiento.

Figura 52 Iluminancia promedio de los salones



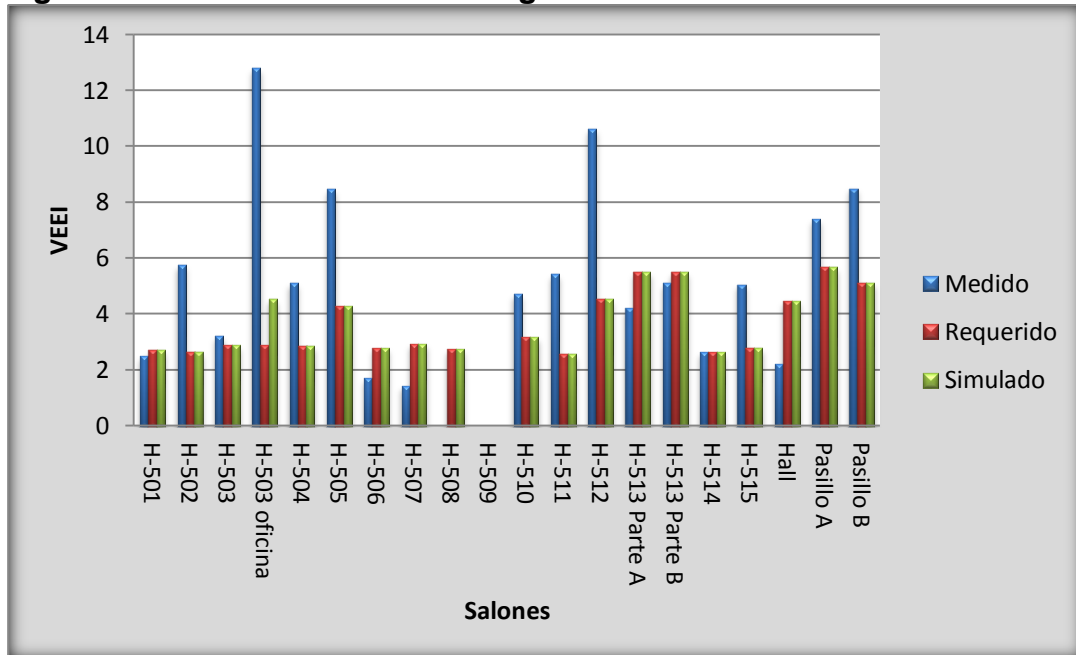
En la figura 53, se realiza un análisis de los valores medidos, requeridos y simulados para los niveles de UGR (Índice de Deslumbramiento Unificado).

Figura 53 UGR de la totalidad de los salones



En la figura 54, se realiza un análisis de los valores medidos, requeridos y simulados para los niveles de VEEI (Valor de Eficiencia Energética la Instalación).

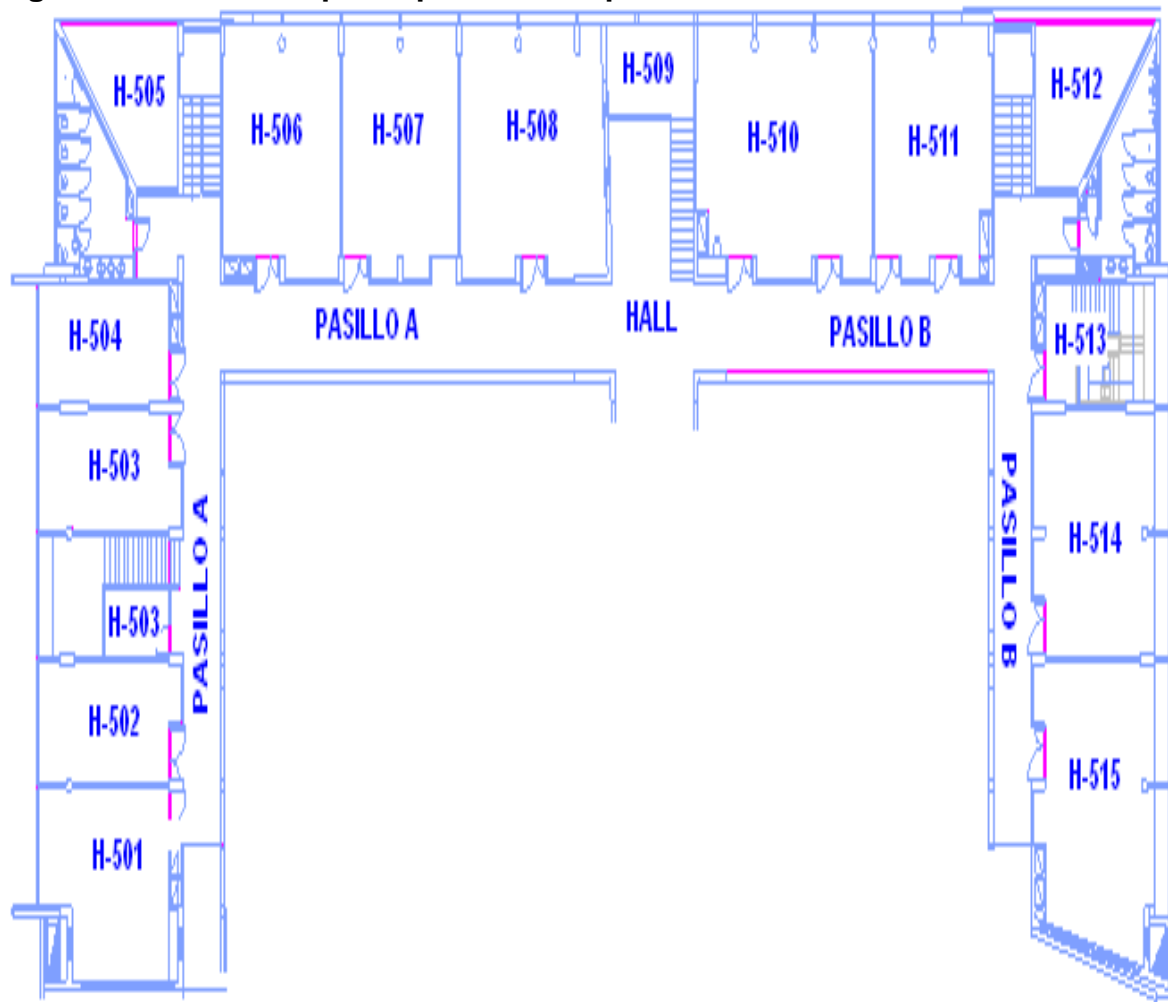
Figura 54 Valor de Eficiencia Energética de los salones



4 REDISEÑO

Después de un análisis detallado de los datos obtenidos en el capítulo anterior, se filtraron los salones con irregularidades en su diseño y se procede a presentar un nuevo diseño que cumpla con los niveles promedios de iluminación, VEEI y UGR, realizando las respectivas simulaciones en el software de diseño DIALux.

Figura 55 Plano del quinto piso del bloque H



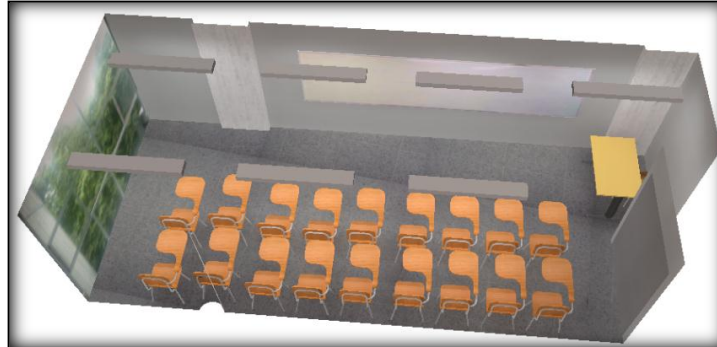
4.1 ANALISIS DE REDISEÑO POR SALON

En los siguientes ítems se darán a conocer los distintos datos relacionados con el UGR, VEEI y Eprom, medidos, simulados y requeridos óptimos para que se cumpla con lo estipulado en el RETILAP

4.1.1 Rediseño del salón de clase H-502

En la figura 56, se muestra la propuesta de rediseño en el DIALux del salón de clase H-502.

Figura 56 Vista previa del rediseño del salón de clase H-502



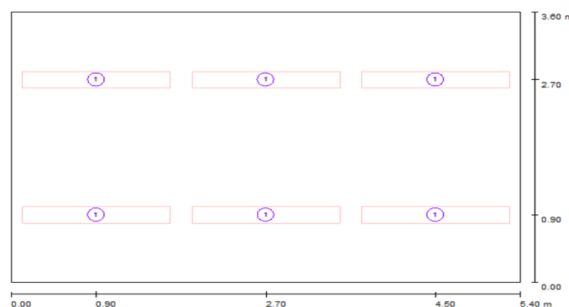
La tabla 37 muestra los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño del salón de clase H-502.

Tabla 37 Resultados del rediseño del salón de clase H-502

DATOS	MEDIDO	SIMULADO Rediseño	REQUERIDO
Eprom (lx)	113,83	533	300
VEEI (W/m ²)	5,70	2,23	4
UGR	---	15	19

En la figura 57, se muestra la imagen de la forma como está distribuida la luminaria en la propuesta de rediseño del salón de clase H-502.

Figura 57 Distribución de las luminarias del rediseño del salón de clase H-502



4.1.2 Rediseño del salón de clase H-503

En la figura 58, se muestra la propuesta de rediseño en el DIALux del salón de clase H-503.

Figura 58 Vista previa del rediseño del salón de clase H-503



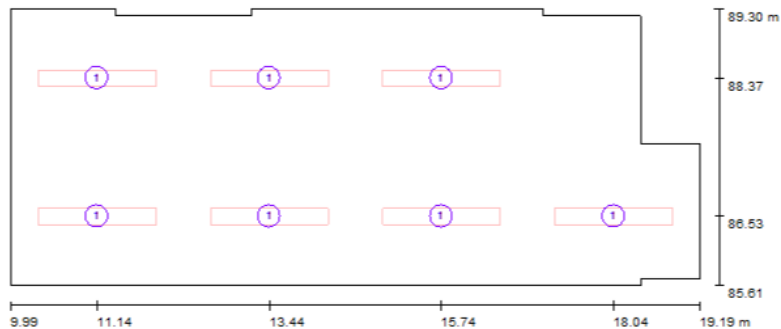
La tabla 38 muestra los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño del salón de clase H-503.

Tabla 38 Resultados del rediseño del salón de clase H-503

DATOS	MEDIDO	SIMULADO Rediseño	REQUERIDO
Eprom (lx)	122,83	489	300
VEEI (W/m ²)	5,32	3,12	4
UGR	---	15	19

En la figura 59, se muestra la imagen de la forma como está distribuida la luminaria en la propuesta de rediseño del salón de clase H-503.

Figura 59 Distribución de las luminarias del rediseño del salón de clase H-503



4.1.3 Rediseño de la oficina de bellas artes H-503

En la figura 60, se muestra la propuesta de rediseño en el DIALux de la oficina de bellas artes H-503.

Figura 60 Vista previa del rediseño de la oficina de bellas artes H-503



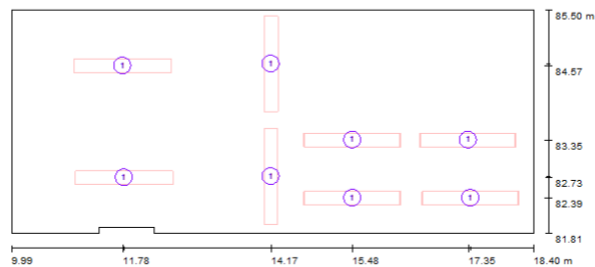
La tabla 39 muestra los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño de la oficina de bellas artes H-503.

Tabla 39 Resultados del rediseño de la oficina de bellas artes H-503

DATOS	MEDIDO	SIMULADO Rediseño	REQUERIDO
Eprom (lx)	123,55	444	300
VEEI (W/m ²)	13,28	3,20	4
UGR	---	18	22

En la figura 61, se muestra la imagen de la forma como está distribuida la luminaria en la propuesta de rediseño de la oficina de bellas artes H-503.

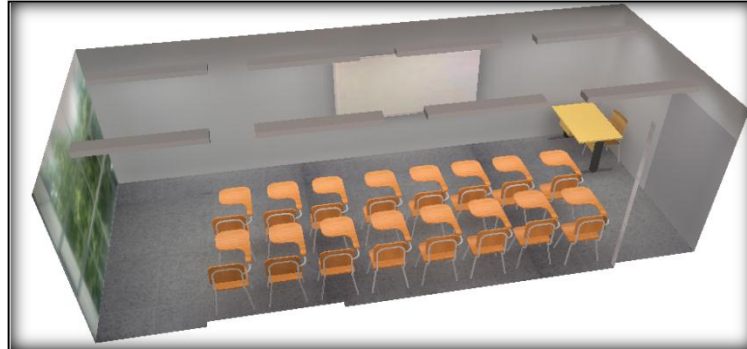
Figura 61 Distribución de luminarias del rediseño de la oficina de bellas artes H-503



4.1.4 Rediseño del salón de clase H-504

En la figura 62, se muestra la propuesta de rediseño en el DIALux del salón de clase H-504.

Figura 62 Vista previa del rediseño del salón de clase H-504



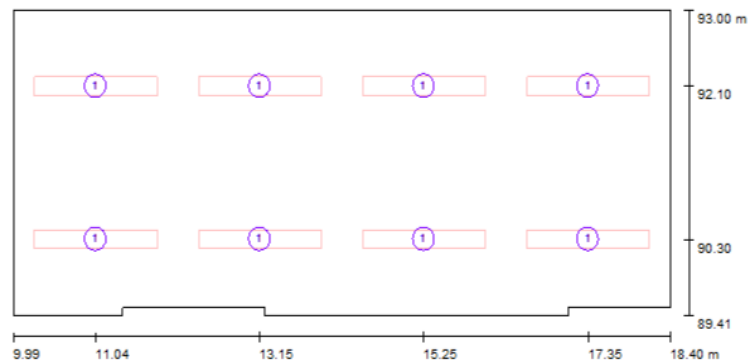
La tabla 40 muestra los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño del salón de clase H-504.

Tabla 40 Resultados del rediseño del salón de clase H-504

DATOS	MEDIDO	SIMULADO Rediseño	REQUERIDO
Eprom (lx)	135	601	300
VEEI (W/m ²)	5,31	3,11	4
UGR	---	16	19

En la figura 63, se muestra la imagen de la forma como está distribuida la luminaria en la propuesta de rediseño del salón de clase H-504.

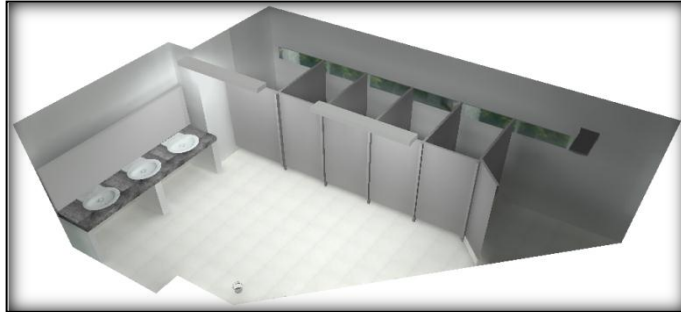
Figura 63 Distribución de las luminarias H-504



4.1.5 Rediseño de los baños de mujeres H-505

En la figura 64, se muestra la propuesta de rediseño en el DIALux de los baños de mujeres H-505.

Figura 64 Vista previa del rediseño de los baños de mujeres H-505



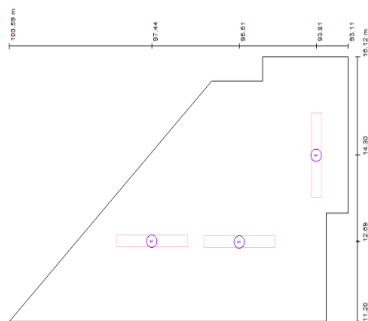
La tabla 41 muestra los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño del baño de mujeres H-505.

Tabla 41 Resultados rediseño de los baños de mujeres H-505

DATOS	MEDIDO	SIMULADO Rediseño	REQUERIDO
Eprom (lx)	174,87	156	100
VEEI (W/m ²)	5,09	3,86	4,5
UGR	---	20	25

En la figura 65, se muestra la imagen de la forma como está distribuida la luminaria en la propuesta de rediseño del baño de mujeres H-505

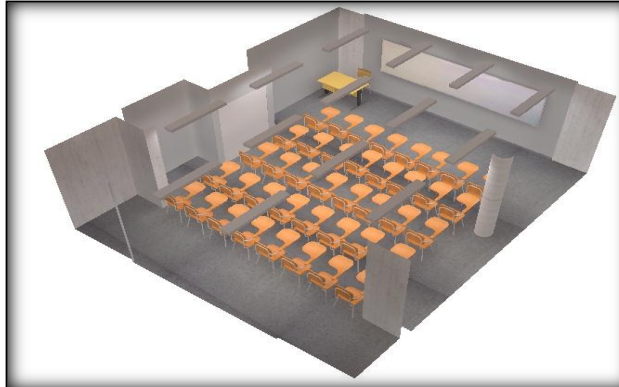
Figura 65 Distribución de las luminarias del rediseño del baño de mujeres H-505



4.1.6 Rediseño del salón de clase H-508

En la figura 66, se muestra la propuesta de rediseño en el DIALux del salón de clase H-508.

Figura 66 Vista previa del rediseño del salón de clase H-508



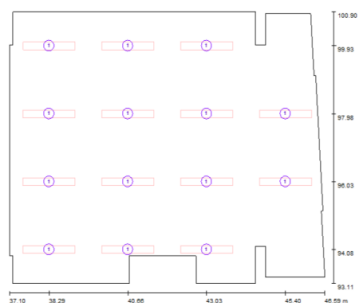
La tabla 42 muestra los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño del salón de clase H-508.

Tabla 42 Resultados del rediseño del salón de clase H-508

DATOS	MEDIDO	SIMULADO Rediseño	REQUERIDO
Eprom (lx)	234,55	508	300
VEEI (W/m ²)	3,87	2,77	4
UGR	---	16	19

En la figura 67, se muestra la imagen de la forma como está distribuida la luminaria en la propuesta de rediseño del salón de clase H-508.

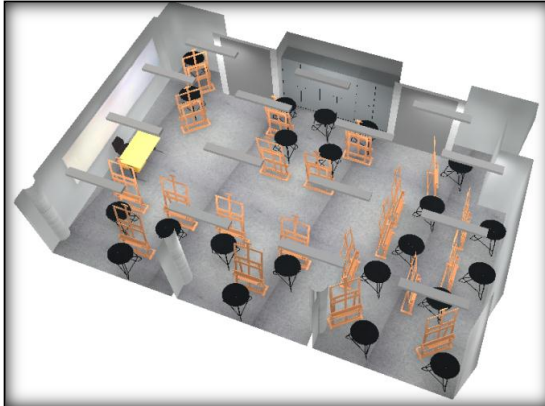
Figura 67 Distribución de las luminarias H-508



4.1.7 Rediseño sala de dibujo H-510

En la figura 68, se muestra la propuesta de rediseño en el DIALux de la sala de dibujo H-510.

Figura 68 Vista previa del rediseño de la sala de dibujo H-510



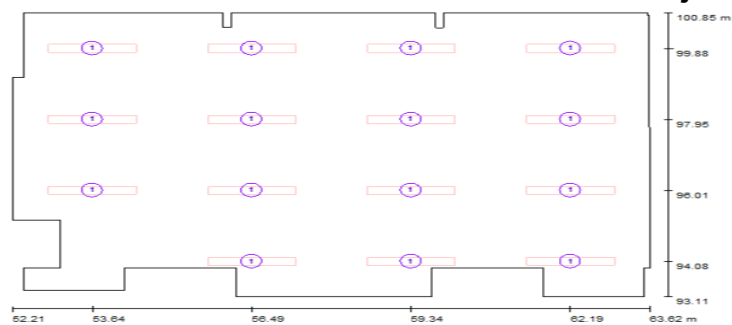
La tabla 43 muestra los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño de la sala de dibujo H-510.

Tabla 43 Resultados del rediseño de la sala de dibujo H-510

DATOS	MEDIDO	SIMULADO Rediseño	REQUERIDO
Eprom (lx)	199,38	375	300
VEEI (W/m ²)	3,82	3,37	4
UGR	---	19	19

En la figura 69, se muestra la imagen de la forma como está distribuida la luminaria en la propuesta de rediseño de la sala de dibujo H-510.

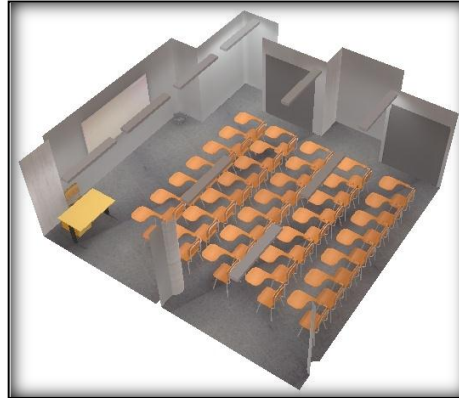
Figura 69 Distribución de las luminarias de la sala de dibujo H-510



4.1.8 Rediseño del salón de clase H-511

En la figura 70, se muestra la propuesta de rediseño en el DIALux del salón de clase H-511.

Figura 70 Vista previa del rediseño H-511



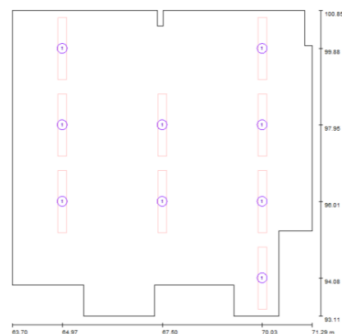
La tabla 44 muestra los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño del salón de clase H-511

Tabla 44 Resultados del rediseño del salón de clase H-511

DATOS	MEDIDO	SIMULADO Rediseño	REQUERIDO
Eprom (lx)	248,08	438	300
VEEI (W/m ²)	3,16	2,68	4
UGR	---	17	19

En la figura 71, se muestra la imagen de la forma como está distribuida la luminaria en la propuesta de rediseño del salón de clase H-511

Figura 71 Distribución de las luminarias H-511



4.1.9 Rediseño del Hall Univirtual H-513

En la figura 72, se muestra la propuesta de rediseño en el DIALux del Hall de Univirtual H-513.

Figura 72 Vista previa del rediseño del Hall de Univirtual H-513



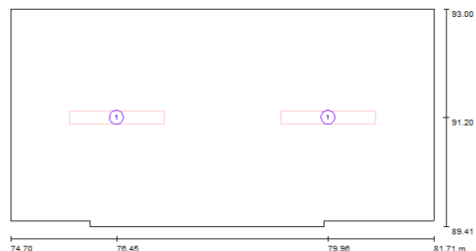
La tabla 45 muestra los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño del Hall de Univirtual H-513.

Tabla 45 Resultados del rediseño del Hall de Univirtual H-513

DATOS	MEDIDO	SIMULADO Rediseño	REQUERIDO
Eprom (lx)	94,83	144	50
VEEI (W/m ²)	8,89	3,9	4,5
UGR	---	11	28

En la figura 73, se muestra la imagen de la forma como está distribuida la luminaria en la propuesta de rediseño del Hall de Univirtual H-513.

Figura 73 Distribución de las luminarias del rediseño del Hall de Univirtual H-513

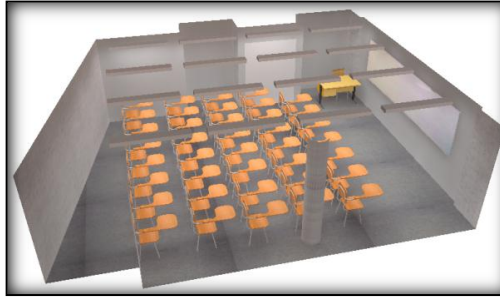


NOTA En este local se debio hacer un rediseño que cumpliera con los limites por VEEI, ya que se encuentra muy por encima del limite estipulado en el RETILAP.

4.1.10 Rediseño del salón de clase H-515

En la figura 74, se muestra la propuesta de rediseño en el DIALux del salón de clase H-515.

Figura 74 Vista previa del rediseño del salón de clase H-515



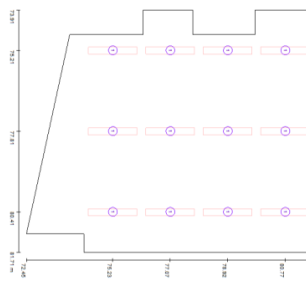
La tabla 46 muestra los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño del salón de clase H-515

Tabla 46 Resultados del rediseño del salón de clase H-515

DATOS	MEDIDO	SIMULADO Rediseño	REQUERIDO
Eprom (lx)	236,40	571	300
VEEI (W/m ²)	3,83	2,38	4
UGR	---	19	19

En la figura 75, se muestra la imagen de la forma como está distribuida la luminaria en la propuesta de rediseño del salón de clase H-515

Figura 75 Distribución de las luminarias del rediseño del salón de clase H-515



NOTA En este caso se tuvo que aumentar el flujo luminoso de las lámparas a 5200 lúmenes para disminuir el número de las mismas.

4.1.11 Rediseño del Hall

En la figura 76, se muestra la propuesta de rediseño en el DIALux del Hall.

Figura 76 Vista previa del rediseño del Hall



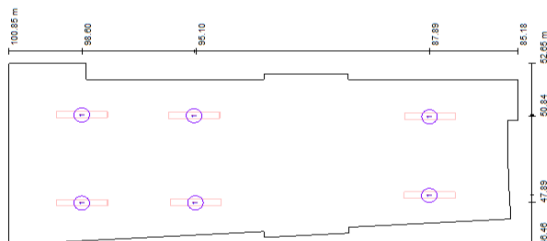
La tabla 47 muestra los resultados medidos, simulados y requeridos para la propuesta de rediseño del Hall.

Tabla 47 Resultados del rediseño del Hall

DATOS	MEDIDO	SIMULADO Rediseño	REQUERIDO
Eprom (lx)	367,41	149	50
VEEI (W/m ²)	1,84	4,47	4,5
UGR	---	15	28

En la figura 77, se muestra la imagen de la forma como está distribuida la luminaria en la propuesta de rediseño Hall.

Figura 77 Distribución de las luminarias del Hall



NOTA En este caso se debió disminuir la iluminancia promedio del lugar ya que excedía el límite máximo para pasillos que esta alrededor de 150 lx.

4.2 DATOS DEL NIVEL DE ILUMINANCIA PROMEDIO DE CADA AREA REDISEÑADA

En la tabla 48, se encuentran las diferentes áreas en las que fue necesario realizar un rediseño del quinto piso del bloque H, con sus respectivos niveles de iluminancia promedio medidos, requeridos y los analizados en la simulación con sus relativas modificaciones.

Tabla 48 Nivel de iluminancia promedio

LOCAL	Niveles de iluminancia promedio (luxes)		
	Medidos	Rediseño (simulación)	Requeridos
Salón de clase H-502	113,83	523	500
Salón de clase H-503	122,83	489	500
Oficina de bellas artes H-503	123,55	444	500
Salón de clase H-504	135	601	500
Baño de mujeres H-505-	174,87	150	100
Salón de clase H-508	234,55	508	500
Sala de dibujo H-510	199,38	465	500
Salón de clase H-511	248,08	438	500
Univirtual oficina H-513	221	144	100
Salón de clase H-515	236,40	571	500
Hall	367,41	151	100

4.3 DATOS DEL ÍNDICE DE DESLUMBRAMIENTO UNIFICADO DE CADA ÁREA REDISEÑADA

En la tabla 49, se encuentran las diferentes áreas en las que fue necesario realizar un rediseño del quinto piso del bloque H, con sus respectivos niveles de iluminancia promedio medidos, requeridos y los analizados en la simulación con sus relativas modificaciones.

Tabla 49 Índice de deslumbramiento unificado

LOCAL	UGR Rediseño (simulación)	UGR (RETILAP)
Salón de clase H-502	15	19
Salón de clase H-503	15	19
Oficina de bellas artes H-503	18	22
Salón de clase H-504	16	19
Baño de mujeres H-505	20	25
Salón de clase H-508	16	19
Sala de dibujo H-510	19	19
Salón de clase H-511	17	19
Univirtual oficina H-513	14	11

LOCAL	UGR Rediseño (simulación)	UGR (RETILAP)
Salón de clase H-515	19	19
Hall	15	28

4.4 DATOS DEL VALOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE CADA ÁREA REDISEÑADA

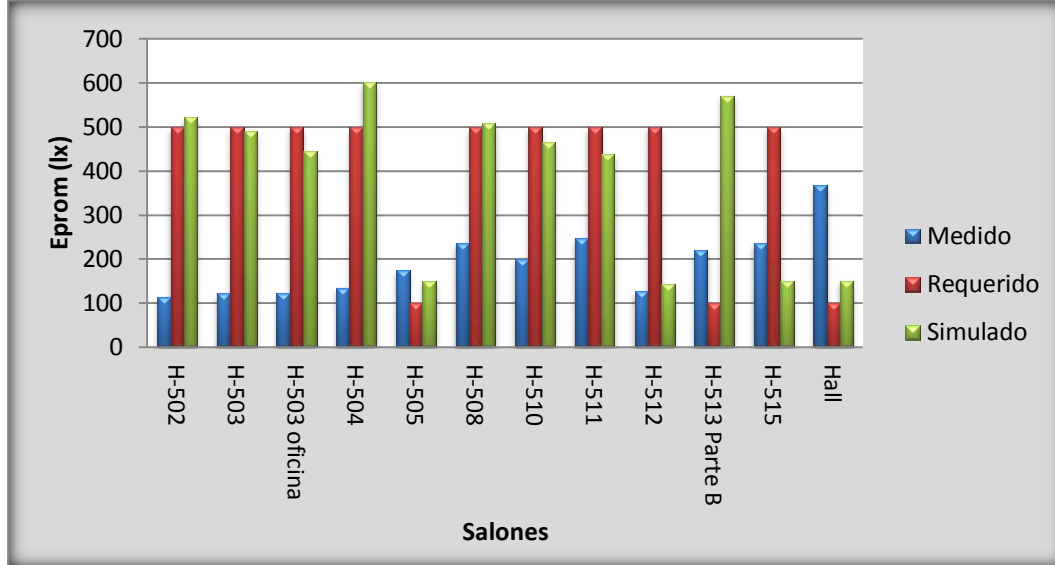
En la tabla 50, se encuentran las diferentes áreas en las que fue necesario realizar un rediseño del quinto piso del bloque H, con sus respectivos niveles de iluminancia promedio medidos, requeridos y los analizados en la simulación con sus relativas modificaciones.

Tabla 50 Valor de eficiencia energética

LOCAL	VEEI REAL (W/m ²)	LIMITE VEEI RETILAP (W/m ²)	VEEI SIMULADO (W/ m ²)
Salón de clase H-502	5,70	4	2,23
Salón de clase H-503	5,32	4	3,12
Oficina de bellas artes H-503	13,28	4	3,20
Salón de clase H-504	5,31	4	3,11
Baño de mujeres H-505-	5,09	4,5	3,86
Salón de clase H-508	3,87	4	2,77
Sala de dibujo H-510	3,82	4	2,62
Salón de clase H-511	3,16	4	2,68
Univirtual oficina H-513	8,89	4,5	3,9
Salón de clase H-515	3,83	4	2,38
Hall	1,84	4,5	4,47

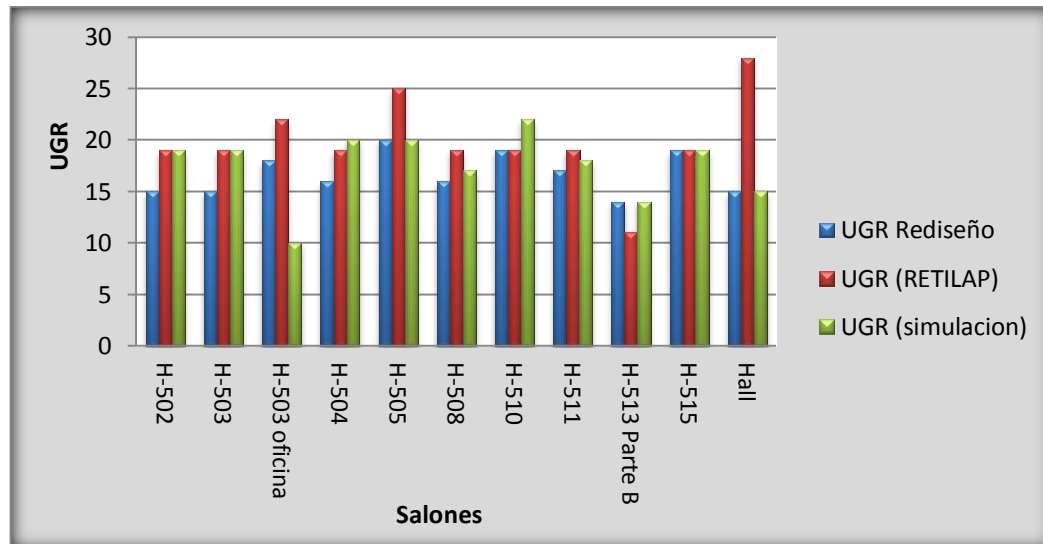
En la figura 78, se realiza un análisis de los valores medidos, requeridos y simulados con la nueva propuesta de rediseño en las cuales se garantiza un cumplimiento de los límites de iluminancia promedio requeridos para los salones según el RETILAP.

Figura 78 Iluminancia promedio de los salones



En la figura 79, se realiza un análisis de los valores medidos, requeridos y simulados con la nueva propuesta de rediseño en las cuales se garantiza un cumplimiento de los límites de UGR requeridos para los salones según el RETILAP.

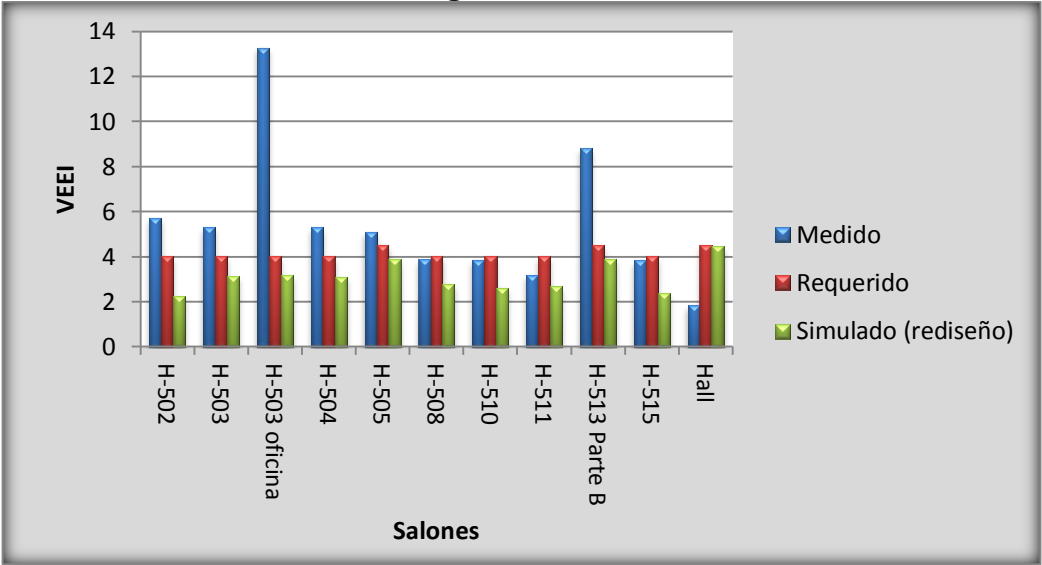
Figura 79 UGR de la totalidad de los salones



En la figura 80, se realiza un análisis de los valores medidos, requeridos y simulados con la nueva propuesta de rediseño en las cuales se garantiza un

cumplimiento de los valores de eficiencia energética requeridos para los salones según el RETILAP.

Figura 80 Valor de Eficiencia Energética de los salones



5 CONCLUSIONES

- En el presente trabajo evidenciamos errores en el diseño de iluminación, los cuales provocan niveles de iluminación nocivos a largo plazo en las personas que interactúan diariamente con el ambiente al hacer sus actividades diarias ya sea por exceso o carencia de luminarias, además se puede resaltar que existen datos como el índice de deslumbramiento (UGR) y el índice de eficiencia energética (VEEI) que no están cumpliendo con los límites establecidos en la norma RETILAP; por esta razón se hace necesario plantear un diseño óptimo que cumpla con los requerimientos establecidos actualmente.
- El índice de deslumbramiento (UGR) presente en los espacios estudiados evidencia algunas falencias que pueden ocasionar fatiga visual, tales como el H-504 y el H-510 con índices UGR de 20 y UGR de 22 respectivamente, sobrepasado el límite impuesto en el RETILAP $UGR=19$.
- El 50% de los espacios estudiados no cumplen con el requerimiento mínimo de iluminancia de 300 lx Según el RETILAP, lo que provoca fatiga visual y cansancio a las personas que permanecen en ellos.
- El 80% de los espacios no cumple con el nivel promedio de iluminancia de Índice de Eficiencia Energética (VEEI) ya que no se encuentran en el rango de cumplimiento establecido en el RETILAP. Esto evidencia que el diseño de iluminación no se encuentra basado en las necesidades del usuario final, pues se puede observar que en la mayoría de los casos no existe un orden establecido para las luminarias y se presentan espacios en donde no es necesario dichos niveles de iluminación.
- Al efectuar el análisis de los datos obtenidos en las simulaciones, se determinó que de 20 espacios, 11 espacios deberían ser rediseñados para cumplir con los requerimientos consignados en el RETILAP.
- Las áreas rediseñadas presentaron incumplimiento de los niveles permitidos de iluminación, por este motivo se realizó el cambio de la distribución de iluminación y el número de luminarias.
- Según la inspección realizada, teniendo en cuenta los requerimientos del RETIE y el RETILAP, se pudo verificar que el quinto piso del bloque H, no

cuenta con un plan de mantenimiento preventivo, debido a que las luminarias de varios locales se encuentran en mal estado.

- En el quinto piso del bloque H, se utilizan lámparas fluorescentes tipo T8, las cuales cumplen con los requisitos estipulados en el reglamento como son la instalación y marcación. A su vez cuentan con balastos electrónicos con protección térmica y con su debida rotulación, según lo estipulado en el RETIE y el RETILAP.

6 RECOMENDACIONES

- Se recomienda implementar un plan de mantenimiento preventivo para las luminarias, en el cual se lleve un registro del cambio de las fuentes lumínicas y las modificaciones que se le hagan a la instalación, ya que debido a la suciedad que se va depositando en ellas se puede ocasionar un inadecuado nivel de iluminación requerido para el área de trabajo.
- Se encontró una buena implementación de alumbrado de escape, la cual está instalada en corredores, escaleras, pasillos puertas y salidas lo cual permite evacuar de forma segura durante una emergencia, como lo exige el RETIE y el RETILAP.
- Para las luminarias según el RETILAP, se exige que deben ir marcadas de forma directa sobre la carcasa metálica, con una fácil visualización, pero ninguna luminaria de dicho bloque está marcada, solo cuentan con un adhesivo con la marca de la empresa certificadora.
- Se encontró un alto índice de deslumbramiento en algunos lugares por lo cual se recomienda algunas estrategias para disminuirlo como son: situar las luminarias de tal forma que la luz no llegue directamente al área visual del usuario.
- Se recomienda reponer algunas luminarias faltantes para mejorar el nivel de iluminación de ciertas áreas y reponer las lámparas que no funcionen o se encuentran en mal estado.

BIBLIOGRAFIA

- [1] COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Reglamento Técnico de iluminación y alumbrado público (RETILAP). Resolución 182544 de Diciembre 29 de 2010. Bogotá D.C. 246p.
- [2] COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Reglamento técnico para instalaciones eléctricas (RETIE). Resolución 180195 de Febrero 12 de 2009. Bogotá D.C. 209 p.
- [3] DURAN, Claudio. Revista Electroindustria. Iluminación VS Rendimiento Laboral. En: Gestión. Abril, 2005, vol. 3, p. 14
- [4] BUREAU VERITAS COLOMBIA. Verificación de Instalaciones Eléctricas (Online). 2011
<http://www.bureauveritas.com.co/pdfDescription.asp?id=183&pid=2>
- [5] RIVERA HERRERA, Juan David y VELASQUEZ SALDARRIAGA, Juan Fernando. Diagnóstico de las Instalaciones Eléctricas en el edificio de Medio Ambiente de la Universidad Tecnológica de Pereira según los Reglamentos del RETIE y el RETILAP. Escuela Tecnología Eléctrica. 2010.
- [6] CALERO MARIN, Osvaldo y VALENCIA OSPINA, Edwin. Inspección Eléctrica del edificio de Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira. Escuela Tecnología Eléctrica, 2008.
- [7] VALENCIA MARIN, Ricardo Andrés y CAÑARTE BEDOYA, Giovanny Andrés. Inspección Eléctrica en el edificio de Educación según el RETIE. Universidad Tecnológica de Pereira. Escuela Tecnología Eléctrica, 2008.
- [8] VALENCIA MARIN, Alexander y PINILLA MOSQUERA, Javier Fernando. Diagnóstico de las Instalaciones Eléctricas en la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Tecnológica de Pereira. Escuela Tecnología Eléctrica, 2010.
- [9] MANUAL DEL INSTALADOR, Tabla 5. Características Técnicas de los Balastos Fluorescentes Electrónicos. Tabla 6. Características Técnicas de los Balastos de Alta Intensidad de Descarga-HID. PDF

ANEXOS

ANEXO A. Formatos de iluminancia general e inspección general del área o puesto de trabajo, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para el salón de clase H-501.

ANEXO B. Formatos de iluminancia general e inspección general del área o puesto de trabajo, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para el salón de clase H-502.

ANEXO C. Formatos de iluminancia general e inspección general del área o puesto de trabajo, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para la oficina de bellas artes H-503 parte A.

ANEXO C. Formatos de iluminancia general e inspección general del área o puesto de trabajo, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para la oficina de bellas artes H-503 parte B.

ANEXO E. Formatos de iluminancia general e inspección general del área o puesto de trabajo, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para el salón de clase H-503.

ANEXO F. Formatos de iluminancia general e inspección general del área o puesto de trabajo, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para el salón de clase H-504.

ANEXO G. Formatos de iluminancia general e inspección general del área o puesto de trabajo, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para el baño de mujeres H-505.

ANEXO H. Formatos de iluminancia general e inspección general del área o puesto de trabajo, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para el salón de clase H-506.

ANEXO I. Formatos de iluminancia general e inspección general del área o puesto de trabajo, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para la sala de reuniones de maestría H-507.

ANEXO J. Formatos de iluminancia general e inspección general del área o puesto de trabajo, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para el salón de clase H-508.

ANEXO K. Formatos de iluminancia general e inspección general del área o puesto de trabajo, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para la sala de dibujo H-510.

ANEXO L. Formatos de iluminancia general e inspección general del área o puesto de trabajo, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para el salón de clase H-511.

ANEXO M. Formatos de iluminancia general e inspección general del área o puesto de trabajo, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para el baño de hombres H-512.

ANEXO N. Formatos de iluminancia general e inspección general del área o puesto de trabajo, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para el Hall de Univirtual H-513.

ANEXO O. Formatos de iluminancia general e inspección general del área o puesto de trabajo, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para Univirtual oficina H-513.

ANEXO P. Formatos de iluminancia general e inspección general del área o puesto de trabajo, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para la sala de reuniones de bellas artes H-514.

ANEXO Q. Formatos de iluminancia general e inspección general del área o puesto de trabajo, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para el salón de clase H-515.

ANEXO R. Formatos de iluminancia general e inspección general del área o puesto de trabajo, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para el Hall.

ANEXO S. Formatos de iluminancia general e inspección general del área o puesto de trabajo, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para el pasillo A1.

ANEXO T. Formatos de iluminancia general e inspección general del área o puesto de trabajo, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para el pasillo A2.

ANEXO U. Formatos de iluminancia general e inspección general del área o puesto de trabajo, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para el pasillo A3.

ANEXO V. Formatos de iluminancia general e inspección general del área o puesto de trabajo, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para el pasillo B1.

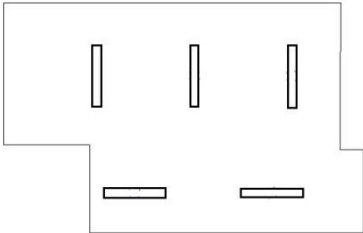
ANEXO W. Formatos de iluminancia general e inspección general del área o puesto de trabajo, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para el pasillo B2.

ANEXO X. Formatos de iluminancia general e inspección general del área o puesto de trabajo, cálculos y tablas de EPROM y VEEI del RETILAP para el pasillo B3.

7 ANEXOS

ANEXO A. SALÓN DE CLASE H-501

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira						
FECHA: 29/03/2012 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 9 m ANCHO: 5,8 m ALTURA: 2,8 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Giplast/Concreto	Blanco/Gris	Lisa/rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Baldosa	Gris claro	Lisa	X		
Superficie de trabajo	Madera	Café	Lisa			X
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo	N/A					
Luminarias, tipo	Lámparas Fluorescentes					
Especificación de las bombillas	Sylvania 2X32W					
Bombillas por luminaria	2					
Número de luminarias	5					
Número de filas	2					
Luminarias por fila	3 y 2					
Altura del montaje	2,8 Metros					
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias	Limpio	Medio X			Sucio	
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si__ No <u>X</u>						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira SECCIÓN: Quinto piso del bloque H

Dimensiones del Salón: Largo: 9 m Ancho: 5,8 m Altura: 2,8 m

Disposición de las luminarias en el local: **áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas**

(La identificación de puntos de medición depende del local y la distribución de las luminarias.

Consultar el Numeral 490-1 del Capítulo 4 del RETILAP y fórmulas para el cálculo de Eprom)

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

Tabla de datos

Identificación de los puntos	DÍA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana(AM)	Medio día(M)	Tarde(PM)		
r-1				412	
r-2				349	
r-3				300	
r-4				315	
r-5				397	
r-6				360	
r-7				295	
r-8				285	
q-1				290	
q-2				350	
q-3				300	
q-4				315	
q-5					
q-6					
q-7					
q-8					
t-1				351	
t-2				350	
t-3				300	
t-4				280	
p-1				310	
p-2				326	
p-3					
p-4					
Eprom				325,5	

CALCULOS EPROM

$$E_{\text{prom}} = \frac{R(N-1)(M-1) + Q(N-1) + T(M-1) + P}{NM} \text{ [lx]}$$

Datos de ecuación	
R	330,9
Q	326,9
T	320,25
P	318
N	3

$$E_{\text{prom}} = \frac{330,9 (3-1)(2-1) + 326,9 (3-1) + 320,25 (2-1) + 318}{(3)(2)} \text{ [lx]}$$

$$E_{\text{prom}} = 325,5 \text{ lx}$$

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{\text{prom}}}$$

Potencia tubo = 32 W

Perdidas balasto = 9W

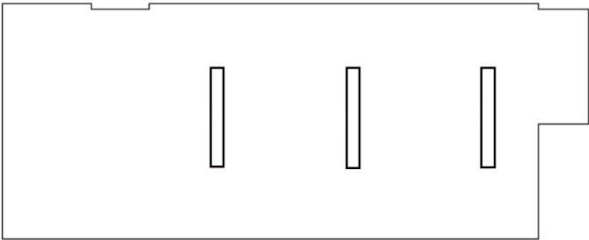
$$P_{\text{total lámpara}} = (2 \times 32\text{W} + 9\text{W}) \times 5 = 365\text{W}$$

$$VEEI = \frac{365 \text{ W} \times 100}{45,10 \text{ m}^2 \times 325,5 \text{ lx}}$$

$$VEEI = 2,48 \text{ W/m}^2$$

ANEXO B. SALON DE CLASE H-502

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira						
FECHA: 29/03/2012 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 10 m ANCHO: 3 m ALTURA: 2,8 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Giplast/Concreto	Blanco/Gris	Lisa/rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Baldosa	Gris claro	Lisa	X		
Superficie de trabajo	Madera	Café	Lisa			X
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Sylvania 2X32W				
bombillas por luminaria		2				
Número de luminarias		6				
Número de filas		2				
Luminarias por fila		3				
Altura del montaje		2,8 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X		Sucio	
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira SECCIÓN: Quinto piso del bloque H

Dimensiones del Salón: Largo: 10 m Ancho: 3 m Altura: 2,8 m

Disposición de las luminarias en el local: **áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas**

(La identificación de puntos de medición depende del local y la distribución de las luminarias.

Consultar el Numeral 490-1 del Capítulo 4 del RETILAP y fórmulas para el cálculo de Eprom)

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

Tabla de datos

Identificación de los puntos	DIA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana(AM)	Medio día(M)	Tarde(PM)		
r-1					
r-2					
r-3					
r-4					
r-5					
r-6					
r-7					
r-8					
q-1					
q-2					
q-3				221	
q-4				209	
q-5				232	
q-6				247	
q-7					
q-8					
t-1					
t-2					
t-3					
t-4					
p-1				198	
p-2				55	
p-3					
p-4					
Eprom				117,91	

CALCULOS EPROM

$$E_{\text{prom}} = \frac{Q(N - 1) + P}{N} [\text{lx}]$$

Datos de ecuación	
Q	113,62
P	126,5
N	3

$$E_{\text{prom}} = \frac{(113,62)(3 - 1) + 126,5}{3} [\text{lx}]$$

$$E_{\text{prom}} = 117,91 \text{ lx}$$

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{\text{prom}}}$$

$$\text{Potencia tubo} = 32 \text{ W}$$

$$\text{Perdidas balasto} = 9 \text{ W}$$

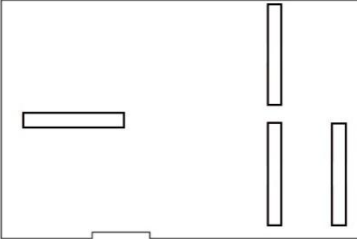
$$P_{\text{total lámpara}} = (2 \times 32 \text{ W} + 9 \text{ W}) \times 3 = 219 \text{ W}$$

$$VEEI = \frac{219 \text{ W} \times 100}{32,36 \text{ m}^2 \times 117,91 \text{ lx}}$$

$$VEEI = 5,73 \text{ W/m}^2$$

ANEXO C. OFICINA DE BELLAS ARTES H-503 PARTE A

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira						
FECHA: 29/03/2012 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 5,18 m ANCHO: 3,84 m ALTURA: 2,8 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Giplast/Concreto	Blanco/Gris	Lisa/rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Baldosa	Gris claro	Lisa	X		
Superficie de trabajo	Madera	Café	Lisa			X
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Sylvania 2X32W				
bombillas por luminaria		2				
Número de luminarias		4				
Número de filas		2				
Luminarias por fila		2				
Altura del montaje		2,8 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X		Sucio	
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira SECCIÓN: Quinto piso del bloque H

Dimensiones del Salón: Largo: 5,18 m Ancho: 3,84 m Altura: 2,8 m

Disposición de las luminarias en el local: **áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas**

(La identificación de puntos de medición depende del local y la distribución de las luminarias.

Consultar el Numeral 490-1 del Capítulo 4 del RETILAP y fórmulas para el cálculo de Eprom)

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

Tabla de datos

Identificación de los puntos	DIA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana(AM)	Medio día(M)	Tarde(PM)		
r-1					
r-2					
r-3					
r-4					
r-5					
r-6					
r-7					
r-8					
q-1					
q-2					
q-3					
q-4					
q-5					
q-6					
q-7					
q-8					
t-1					
t-2					
t-3					
t-4					
p-1				288	
p-2				364	
p-3				140	
p-4				127	
Eprom				229,75	

CALCULOS EPROM

$$E_{\text{prom}} = \frac{R(N-1)(M-1) + Q(N-1) + T(M-1) + P}{NM} \text{ [lx]}$$

Datos de ecuación	
R	82,5
Q	0
T	0
P	184
N	2
M	2

$$E_{\text{prom}} = \frac{82,5 (2-1)(2-1) + 0 (2-1) + 0 (2-1) + 184}{(2)(2)} \text{ [lx]}$$

$$E_{\text{prom}} = 66,6 \text{ lx}$$

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{\text{prom}}}$$

Potencia tubo = 32 W

Perdidas balasto = 9W

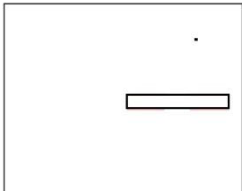
$$P_{\text{total lámpara}} = (2 \times 32\text{W} + 9\text{W}) \times 4 = 292\text{W}$$

$$VEEI = \frac{292 \text{ W} \times 100}{30,25 \text{ m}^2 \times 66,6 \text{ lx}}$$

$$VEEI = 14,49 \text{ W/m}^2$$

ANEXO D. OFICINA DE BELLAS ARTES H-503 PARTE B

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira FECHA: 29/03/2012 DIA: _____ NOCHE: X 1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES: LONGITUD: 3,23 m ANCHO: 3,69 m ALTURA: 2,8 m PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Giplast /Concreto	Blanco/Gris	Lisa/rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Baldosa	Gris claro	Lisa	X		
Superficie de trabajo	Madera	Café	Lisa			X
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Sylvania 2X32W				
bombillas por luminaria		2				
Número de luminarias		1				
Número de filas		1				
Luminarias por fila		1				
Altura del montaje		2,8 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X			Sucio
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira SECCIÓN: Quinto piso del bloque H

Dimensiones del Salón: Largo:3,23 m Ancho: 3,69 m Altura: 2,8 m

Disposición de las luminarias en el local: **áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas**

(La identificación de puntos de medición depende del local y la distribución de las luminarias.

Consultar el Numeral 490-1 del Capítulo 4 del RETILAP y fórmulas para el cálculo de Eprom)

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

Tabla de datos

Identificación de los puntos	DÍA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana(AM)	Medio día(M)	Tarde(PM)		
r-1					
r-2					
r-3					
r-4					
r-5					
r-6					
r-7					
r-8					
q-1					
q-2					
q-3					
q-4					
q-5					
q-6					
q-7					
q-8					
t-1					
t-2					
t-3					
t-4					
p-1				288	
p-2				364	
p-3				140	
p-4				127	
Eprom				229,75	

CALCULOS EPROM

$$E_{\text{prom}} = \frac{(p-1) + (p-2) + (p-3) + (p-4)}{4} [\text{lx}]$$

$$E_{\text{prom}} = \frac{288 + 364 + 140 + 127}{4} [\text{lx}]$$

$$E_{\text{prom}} = 229,75 \text{ lx}$$

Eficiencia energética en las instalaciones (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{\text{prom}}}$$

$$\text{Potencia tubo} = 32 \text{ W}$$

$$\text{Perdidas balasto} = 9 \text{ W}$$

$$P_{\text{total lámpara}} = (2 \times 32 \text{ W} + 9 \text{ W}) = 73 \text{ W}$$

$$VEEI = \frac{73 \text{ W} \times 100}{6,46 \text{ m}^2 \times 229,75 \text{ lx}}$$

$$VEEI = 4,91 \text{ W/m}^2$$

Totales H-503 Oficina

$$\text{Área total de oficina} = 36,71 \text{ m}^2$$

Superficie	E _{prom} (lx)	VEEI	Área	Área (%)
H-503a	66,6	14,49	30,25 m ²	82,40
H-503b	229,75	4,91	6,46 m ²	17,59

$$E_{\text{prom}} (\text{Total}) = (66,66)(0,824) + (229,75)(0,175)$$

$$E_{\text{prom}} = 54,92 \text{ lx} + 40,20 \text{ lx}$$

$$E_{\text{prom}} = 95,12 \text{ lx}$$

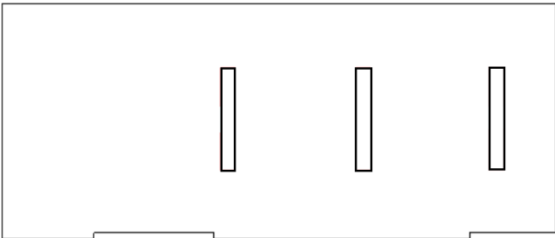
$$VEEI (\text{Total}) = (14,49)(0,824) + (4,91)(0,175)$$

$$VEEI (\text{Total}) = 11,93 \text{ lx} + 0,85 \text{ lx}$$

$$VEEI (\text{Total}) = 12,78 \text{ lx}$$

ANEXO E. SALON DE CLASE H-503

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira FECHA: 29/03/2012 DIA: _____ NOCHE: X 1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES: LONGITUD: 9,20 m ANCHO: 3,69 m ALTURA: 2,8 m PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Giplast/Concreto	Blanco/Gris	Lisa/rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Baldosa	Gris claro	Lisa	X		
Superficie de trabajo	Madera	Café	Lisa			X
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Sylvania 2X32W				
bombillas por luminaria		2				
Número de luminarias		1				
Número de filas		1				
Luminarias por fila		1				
Altura del montaje		2,8 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X			Sucio
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si No <u>X</u>						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira SECCIÓN: Quinto piso del bloque H

Dimensiones del Salón: Largo: 9,20 m Ancho: 3,6 m Altura: 2,8 m

Disposición de las luminarias en el local: **áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas**

(La identificación de puntos de medición depende del local y la distribución de las luminarias.

Consultar el Numeral 490-1 del Capítulo 4 del RETILAP y fórmulas para el cálculo de Eprom)

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

Tabla de datos

Identificación de los puntos	DÍA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana(AM)	Medio día(M)	Tarde(PM)		
r-1					
r-2					
r-3					
r-4					
r-5					
r-6					
r-7					
r-8					
q-1					
q-2					
q-3				252	
q-4				243	
q-5				257	
q-6				244	
q-7					
q-8					
t-1					
t-2					
t-3					
t-4					
p-1				170	
p-2				72	
p-3					
p-4					
Eprom				205,33	

CALCULOS EPROM

$$E_{\text{prom}} = \frac{Q(N - 1) + P}{N} \text{ [lx]}$$

Datos de ecuación	
Q	247,5
P	121
N	3

$$E_{\text{prom}} = \frac{(247,5)(3 - 1) + 121}{3} \text{ [lx]}$$

$$E_{\text{prom}} = 205,33 \text{ lx}$$

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{\text{prom}}}$$

$$\text{Potencia tubo} = 32 \text{ W}$$

$$\text{Perdidas balasto} = 9 \text{ W}$$

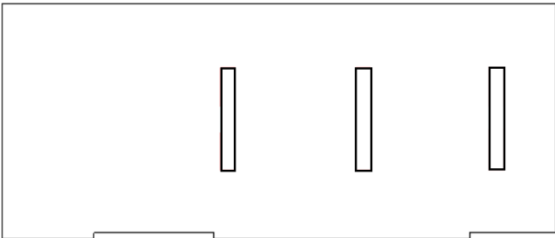
$$P_{\text{total lámpara}} = (2 \times 32 \text{ W} + 9 \text{ W}) \times 3 = 219 \text{ W}$$

$$VEEI = \frac{219 \text{ W} \times 100}{33,31 \text{ m}^2 \times 205,33 \text{ lx}}$$

$$VEEI = 3,20 \text{ W/m}^2$$

ANEXO F. SALON DE CLASE H-504

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira FECHA: 29/03/2012 DIA: _____ NOCHE: X 1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES: LONGITUD: 8,40 m ANCHO: 3,60 m ALTURA: 2,8 m PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Giplast/Concreto	Blanco/Gris	Lisa/rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Baldosa	Gris claro	Lisa	X		
Superficie de trabajo	Madera	Café	Lisa			X
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Sylvania 2X32W				
bombillas por luminaria		2				
Número de luminarias		1				
Número de filas		1				
Luminarias por fila		1				
Altura del montaje		2,8 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X			Sucio
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si No <u>X</u>						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira SECCIÓN: Quinto piso del bloque H

Dimensiones del Salón: Largo: 8,40 m Ancho: 3,6 m Altura: 2,8 m

Disposición de las luminarias en el local: **áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas**

(La identificación de puntos de medición depende del local y la distribución de las luminarias.

Consultar el Numeral 490-1 del Capítulo 4 del RETILAP y fórmulas para el cálculo de Eprom)

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

Tabla de datos

Identificación de los puntos	DÍA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana(AM)	Medio día(M)	Tarde(PM)		
r-1					
r-2					
r-3					
r-4					
r-5					
r-6					
r-7					
r-8					
q-1					
q-2					
q-3				232	
q-4				264	
q-5				281	
q-6				301	
q-7					
q-8					
t-1					
t-2					
t-3					
t-4					
p-1				268	
p-2				46	
p-3					
p-4					
Eprom				135	

CALCULOS EPROM

$$E_{\text{prom}} = \frac{Q(N - 1) + P}{N} \text{ [lx]}$$

Datos de ecuación	
Q	134,75
P	157
N	3

$$E_{\text{prom}} = \frac{(134,75)(3 - 1) + 157}{3} \text{ [lx]}$$

$$E_{\text{prom}} = 142,26 \text{ lx}$$

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{\text{prom}}}$$

$$\text{Potencia tubo} = 32 \text{ W}$$

$$\text{Perdidas balasto} = 9 \text{ W}$$

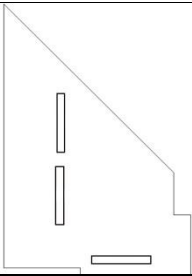
$$P_{\text{total lámpara}} = (2 \times 32 \text{ W} + 9 \text{ W}) \times 3 = 219 \text{ W}$$

$$VEEI = \frac{219 \text{ W} \times 100}{30,24 \text{ m}^2 \times 142,26 \text{ lx}}$$

$$VEEI = 5,09 \text{ W/m}^2$$

ANEXO G. BAÑO DE MUJERES H-505

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira						
FECHA: 29/03/2012 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 7,5 m ANCHO: 5 m ALTURA: 2,8 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Giplast/Concreto	Blanco/Gris	Lisa/rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Baldosa	Gris Claro	Lisa	X		
Superficie de trabajo	Madera	Café	Lisa			X
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Sylvania 2X32W				
bombillas por luminaria		2				
Número de luminarias		6				
Número de filas		2				
Luminarias por fila		3				
Altura del montaje		2,8 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X		Sucio	
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si No <u>X</u>						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira SECCIÓN: Quinto piso del bloque H

Dimensiones del Salón: Largo: 7,5 m Ancho: 5 m Altura: 2,8 m

Disposición de las luminarias en el local: **áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas**

(La identificación de puntos de medición depende del local y la distribución de las luminarias.

Consultar el Numeral 490-1 del Capítulo 4 del RETILAP y fórmulas para el cálculo de Eprom)

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

Tabla de datos

Identificación de los puntos	DIA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana(AM)	Medio día(M)	Tarde(PM)		
r-1				366	
r-2				306	
r-3				364	
r-4				400	
r-5					
r-6					
r-7					
r-8					
q-1				0	
q-2				0	
q-3					
q-4					
q-5					
q-6					
q-7					
q-8					
t-1				272	
t-2				154	
t-3				0	
t-4				0	
p-1				227	
p-2				387	
p-3					
p-4					
Eprom				174,8	

CALCULOS EPROM

$$E_{prom} = \frac{R(N-1)(M-1) + Q(N-1) + T(M-1) + P}{NM} [lx]$$

Datos de ecuación	
R	179,5
Q	0
T	106,5
P	307
N	2
M	2

$$E_{prom} = \frac{179,5 (2-1)(2-1) + 0 (2-1) + 106,5 (2-1) + 307}{(2)(2)} [lx]$$

$$E_{prom} = 148,125 \text{ lx}$$

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{prom}}$$

$$\text{Potencia tubo} = 32W$$

$$\text{Perdidas balasto} = 9W$$

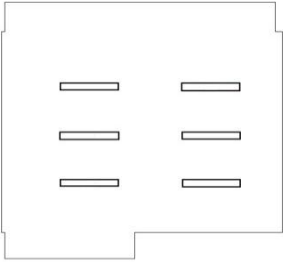
$$P_{total \text{ lampara}} = (2 \times 32W + 9) \times 4 = 292W$$

$$VEEI = \frac{292 \text{ W} \times 100}{23,29 \text{ m}^2 \times 148,125 \text{ lx}}$$

$$VEEI = 8,46 \text{ W/m}^2$$

ANEXO H. SALON DE CLASE H-506

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira FECHA: 29/03/2012 DIA: _____ NOCHE: X 1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES: LONGITUD: 7 m ANCHO: 7 m ALTURA: 2,8 m PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Giplast/Concreto	Blanco/Gris	Lisa/rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Baldosa	Gris Claro	Lisa	X		
Superficie de trabajo	Madera	Café	Lisa			X
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Sylvania 2X32W				
bombillas por luminaria		2				
Número de luminarias		6				
Número de filas		2				
Luminarias por fila		3				
Altura del montaje		2,8 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X			Sucio
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si ___ No <u>X</u>						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira SECCIÓN: Quinto piso del bloque H

Dimensiones del Salón: Largo: 7 m Ancho: 7 m Altura: 2,8 m

Disposición de las luminarias en el local: **áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas**

(La identificación de puntos de medición depende del local y la distribución de las luminarias.

Consultar el Numeral 490-1 del Capítulo 4 del RETILAP y fórmulas para el cálculo de Eprom)

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

Tabla de datos

Identificación de los puntos	DIA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana(AM)	Medio día(M)	Tarde(PM)		
r-1				776	
r-2				730	
r-3				489	
r-4				522	
r-5				786	
r-6				766	
r-7				586	
r-8				583	
q-1				334	
q-2				380	
q-3				354	
q-4				336	
q-5				0	
q-6				0	
q-7				0	
q-8				0	
t-1				441	
t-2				512	
t-3				396	
t-4				451	
p-1				210	
p-2				254	
p-3				0	
p-4				0	
Eprom				465,41	

CALCULOS EPROM

$$E_{\text{prom}} = \frac{R(N-1)(M-1) + Q(N-1) + T(M-1) + P}{NM} \text{ [lx]}$$

Datos de ecuación	
R	654,75
Q	351
T	450
P	232
N	2
M	3

$$E_{\text{prom}} = \frac{654,75 (2-1)(3-1) + 351(2-1) + 450(3-1) + 232}{(2)(3)} \text{ [lx]}$$

$$E_{\text{prom}} = 465,416 \text{ lx}$$

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{\text{prom}}}$$

$$\text{Potencia tubo} = 32 \text{ W}$$

$$\text{Perdidas balasto} = 9 \text{ W}$$

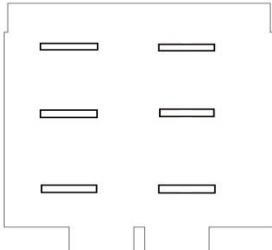
$$P_{\text{total lámpara}} = (2 \times 32 \text{ W} + 9 \text{ W}) \times 6 = 438 \text{ W}$$

$$VEEI = \frac{438 \text{ W} \times 100}{55,22 \text{ m}^2 \times 465,416 \text{ lx}}$$

$$VEEI = 1,70 \text{ W/m}^2$$

ANEXO I. SALA DE REUNIONES MAESTRIA H-507

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira						
FECHA: 29/03/2012 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 7,8 m ANCHO: 7 m ALTURA: 2,8 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Giplast/Concreto	Blanco/Gris	Lisa/rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Baldosa	Gris Claro	Lisa	X		
Superficie de trabajo	Madera	Café	Lisa			X
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Sylvania 2X35W				
bombillas por luminaria		2				
Número de luminarias		6				
Número de filas		2				
Luminarias por fila		3				
Altura del montaje		2,8 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X		Sucio	
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si ___ No X						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira SECCIÓN: Quinto piso del bloque H

Dimensiones del Salón: Largo: 7,8 m Ancho: 7 m Altura: 2,8 m

Disposición de las luminarias en el local: **áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas**

(La identificación de puntos de medición depende del local y la distribución de las luminarias.

Consultar el Numeral 490-1 del Capítulo 4 del RETILAP y fórmulas para el cálculo de Eprom)

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

Tabla de datos

Identificación de los puntos	DIA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana(AM)	Medio día(M)	Tarde(PM)		
r-1				897	
r-2				900	
r-3				564	
r-4				632	
r-5				605	
r-6				993	
r-7				655	
r-8				648	
q-1				346	
q-2				317	
q-3				457	
q-4				650	
q-5					
q-6					
q-7					
q-8					
t-1				405	
t-2				493	
t-3				568	
t-4				559	
p-1				297	
p-2				407	
p-3					
p-4					
Eprom				546,75	

CALCULOS EPROM

$$E_{\text{prom}} = \frac{R(N-1)(M-1) + Q(N-1) + T(M-1) + P}{NM} \text{ [lx]}$$

Datos de ecuación	
R	736,75
Q	442,5
T	506,25
P	352
N	2
M	3

$$E_{\text{prom}} = \frac{736,75 (2-1)(3-1) + 442,5 (2-1) + 506,25 (3-1) + 352}{(2)(3)} \text{ [lx]}$$

$$E_{\text{prom}} = 546,75 \text{ lx}$$

Eficiencia energética en las instalaciones (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{\text{prom}}}$$

$$\text{Potencia tubo} = 32 \text{ W}$$

$$\text{Perdidas balasto} = 9 \text{ W}$$

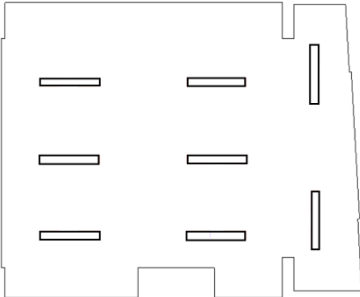
$$P_{\text{total lámpara}} = (2 \times 32 \text{ W} + 9 \text{ W}) \times 6 = 438 \text{ W}$$

$$VEEI = \frac{438 \text{ W} \times 100}{54,72 \text{ m}^2 \times 546,75 \text{ lx}}$$

$$VEEI = 1,44 \text{ W/m}^2$$

ANEXO J. SALON DE CLASE H-508

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira FECHA: 29/03/2012 DIA: _____ NOCHE: X 1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES: LONGITUD: 7,8 m ANCHO: 9,49 m ALTURA: 2,8 m PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Giplast/Concreto	Blanco/Gris	Lisa/rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Baldosa	Gris Claro	Lisa	X		
Superficie de trabajo	Madera	Café	Lisa			X
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Sylvania 2X32W				
bombillas por luminaria		2				
Número de luminarias		6				
Número de filas		2				
Luminarias por fila		3				
Altura del montaje		2,8 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X		Sucio	
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira SECCIÓN: Quinto piso del bloque H

Dimensiones del Salón: Largo: 7,8 m Ancho: 9,49 m Altura: 2,8 m

Disposición de las luminarias en el local: **áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas**

(La identificación de puntos de medición depende del local y la distribución de las luminarias.

Consultar el Numeral 490-1 del Capítulo 4 del RETILAP y fórmulas para el cálculo de Eprom)

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

Tabla de datos

Identificación de los puntos	DIA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana(AM)	Medio día(M)	Tarde(PM)		
r-1				341	
r-2				260	
r-3				298	
r-4				215	
r-5					
r-6					
r-7					
r-8					
q-1				291	
q-2				243	
q-3				269	
q-4				220	
q-5					
q-6					
q-7					
q-8					
t-1				289	
t-2				315	
t-3				242	
t-4				328	
p-1				172	
p-2				152	
p-3					
p-4					
Eprom				201,94	

CALCULOS EPROM

$$E_{\text{prom}} = \frac{R(N-1)(M-1) + Q(N-1) + T(M-1) + P}{NM} \text{ [lx]}$$

Datos de ecuación	
R	139,25
Q	255,75
T	293,5
P	162
N	3
M	3

$$E_{\text{prom}} = \frac{139,25 (3-1)(3-1) + 255,75(3-1) + 293,5(3-1) + 162}{(2)(3)} \text{ [lx]}$$

$$E_{\text{prom}} = 201,94 \text{ lx}$$

Eficiencia energética en las instalaciones (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{\text{prom}}}$$

Potencia tubo = 32 W

Perdidas balasto = 9W

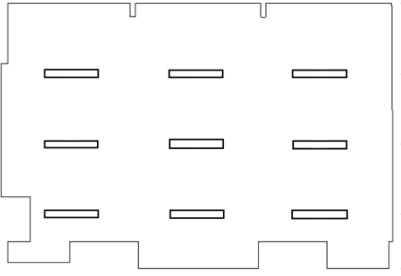
$$P_{\text{total lámpara}} = (2 \times 32\text{W} + 9\text{W}) \times 8 = 584\text{W}$$

$$VEEI = \frac{584 \text{ W} \times 100}{74,02 \text{ m}^2 \times 201,94 \text{ lx}}$$

$$VEEI = 3,90 \text{ W/m}^2$$

ANEXO K. SALA DE DIBUJO H-510

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira						
FECHA: 29/03/2012 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 7,7 m ANCHO: 11,41 m ALTURA: 2,8 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Giplast/Concreto	Blanco/Gris	Lisa/rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Baldosa	Gris Claro	Lisa	X		
Superficie de trabajo	Madera	Café	Lisa			X
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Sylvania 2X32W				
bombillas por luminaria		2				
Número de luminarias		6				
Número de filas		2				
Luminarias por fila		3				
Altura del montaje		2,8 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X		Sucio	
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si <u> </u> No <u>X</u>						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira SECCIÓN: Quinto piso del bloque H

Dimensiones del Salón: Largo: 7,7 m Ancho: 11,41 m Altura: 2,8 m

Disposición de las luminarias en el local: **áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas**

(La identificación de puntos de medición depende del local y la distribución de las luminarias.

Consultar el Numeral 490-1 del Capítulo 4 del RETILAP y fórmulas para el cálculo de Eprom)

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

Tabla de datos

Identificación de los puntos	DÍA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana(AM)	Medio día(M)	Tarde(PM)		
r-1				287	
r-2				353	
r-3				237	
r-4				186	
r-5					
r-6					
r-7					
r-8					
q-1				0	
q-2				135	
q-3				151	
q-4				265	
q-5					
q-6					
q-7					
q-8					
t-1				287	
t-2				333	
t-3				267	
t-4				223	
p-1				159	
p-2				151	
p-3					
p-4					
Eprom				168,55	

CALCULOS EPROM

$$E_{prom} = \frac{R(N-1)(M-1) + Q(N-1) + T(M-1) + P}{NM} \text{ [lx]}$$

Datos de ecuación	
R	132,875
Q	137,75
T	277,5
P	155
N	3
M	3

$$E_{prom} = \frac{132,875(3-1)(3-1) + 137,75(3-1) + 277,5(3-1) + 155}{(3)(3)} \text{ [lx]}$$

$$E_{prom} = 168,555 \text{ lx}$$

Eficiencia energética en las instalaciones (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{prom}}$$

$$\text{Potencia tubo} = 32 \text{ W}$$

$$\text{Perdidas balasto} = 9 \text{ W}$$

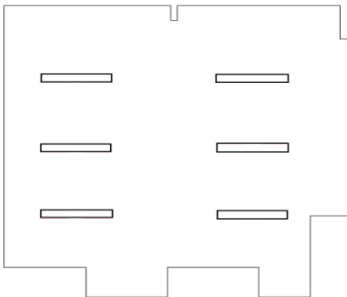
$$P_{\text{total lámpara}} = (2 \times 32 \text{ W} + 9 \text{ W}) \times 9 = 657 \text{ W}$$

$$VEEI = \frac{657 \text{ W} \times 100}{82,92 \text{ m}^2 \times 168,55 \text{ lx}}$$

$$VEEI = 4,70 \text{ W/m}^2$$

ANEXO L. SALON DE CLASE H-511

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira						
FECHA: 29/03/2012 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 10 m ANCHO: 4,04 m ALTURA: 2,8 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Giplast/Concreto	Blanco/Gris	Lisa/rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Baldosa	Gris Claro	Lisa	X		
Superficie de trabajo	Madera	Café	Lisa			X
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo	N/A					
Luminarias, tipo	Lámparas Fluorescentes					
Especificación de las bombillas	Sylvania 2X32W					
bombillas por luminaria	2					
Número de luminarias	6					
Número de filas	2					
Luminarias por fila	3					
Altura del montaje	2,8 Metros					
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias	Limpio	Medio X			Sucio	
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira SECCIÓN: Quinto piso del bloque H

Dimensiones del Salón: Largo: 10 m Ancho: 4,04 m Altura: 2,8 m

Disposición de las luminarias en el local: **áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas**

(La identificación de puntos de medición depende del local y la distribución de las luminarias.

Consultar el Numeral 490-1 del Capítulo 4 del RETILAP y fórmulas para el cálculo de Eprom)

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

Tabla de datos

Identificación de los puntos	DIA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana(AM)	Medio día(M)	Tarde(PM)		
r-1				384	
r-2				358	
r-3				179	
r-4				198	
r-5				332	
r-6				363	
r-7				200	
r-8				190	
q-1				0	
q-2				223	
q-3				130	
q-4				168	
q-5					
q-6					
q-7					
q-8					
t-1				216	
t-2				288	
t-3				235	
t-4				233	
p-1				181	
p-2				201	
p-3					
p-4					
Eprom				226,61	

CALCULOS EPROM

$$E_{\text{prom}} = \frac{R(N-1)(M-1) + Q(N-1) + T(M-1) + P}{NM} \text{ [lx]}$$

Datos de ecuación	
R	275,5
Q	130,25
T	243
P	191
N	3
M	3

$$E_{\text{prom}} = \frac{275,5(3-1)(3-1) + 130,25(3-1) + 243(3-1) + 191}{(3)(3)} \text{ [lx]}$$

$$E_{\text{prom}} = 226,61 \text{ lx}$$

Eficiencia energética en las instalaciones (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{\text{prom}}}$$

$$\text{Potencia tubo} = 32 \text{ W}$$

$$\text{Perdidas balasto} = 9 \text{ W}$$

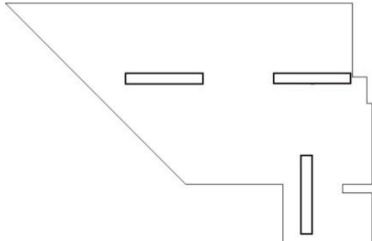
$$P_{\text{total lámpara}} = (2 \times 32 \text{ W} + 9 \text{ W}) \times 9 = 657 \text{ W}$$

$$VEEI = \frac{657 \text{ W} \times 100}{53,64 \text{ m}^2 \times 226,16 \text{ lx}}$$

$$VEEI = 5,41 \text{ W/m}^2$$

ANEXO M. BAÑO DE HOMBRES H-512

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira						
FECHA: 29/03/2012 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades académicas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 7,3 m ANCHO: 5 m ALTURA: 3 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Baldosa/Concreto	Blanco	Lisa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Baldosa	Gris Claro	Lisa	X		
Superficie de trabajo	N/A					
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Sylvania 2X32W				
bombillas por luminaria		2				
Número de luminarias		3				
Número de filas		2				
Luminarias por fila						
Altura del montaje		3 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X		Sucio	
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si <u> </u> No <u>X</u>						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira SECCIÓN: Quinto piso del bloque H

Dimensiones del Salón: Largo:7,3 m Ancho: 5 m Altura: 3 m

Disposición de las luminarias en el local: **áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas.**

(La identificación de puntos de medición depende del local y la distribución de las luminarias.

Consultar el Numeral 490-1 del Capítulo 4 del RETILAP y fórmulas para el cálculo de Eprom)

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

Tabla de datos

Identificación de los puntos	DIA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana(AM)	Medio día(M)	Tarde(PM)		
r-1				174	
r-2				208	
r-3				99	
r-4				171	
r-5					
r-6					
r-7					
r-8					
q-1				56	
q-2				174	
q-3					
q-4					
q-5					
q-6					
q-7					
q-8					
t-1				96	
t-2				0	
t-3				202	
t-4				259	
p-1				60	
p-2				120	
p-3					
p-4					
Eprom				92,06	

CALCULOS EPROM

$$E_{\text{prom}} = \frac{R(N-1)(M-1) + Q(N-1) + T(M-1) + P}{NM} [\text{lx}]$$

Datos de ecuación	
R	81,5
Q	57,5
T	139,25
P	90
N	2
M	2

$$E_{\text{prom}} = \frac{81,5 (2-1)(2-1) + 57,5 (2-1) + 139,25 (3-1) + 90}{(2)(2)} [\text{lx}]$$

$$E_{\text{prom}} = 92,06 \text{ lx}$$

Eficiencia energética en las instalaciones (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{\text{prom}}}$$

$$\text{Potencia tubo} = 32 \text{ W}$$

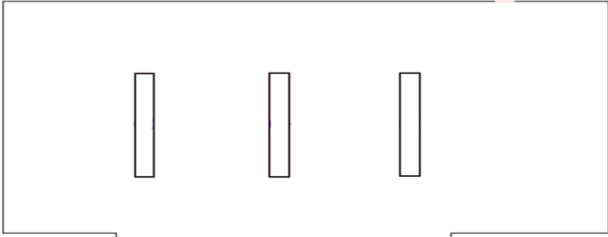
$$P_{\text{total lámpara}} = (2 \times 32\text{W} + 9\text{W}) \times 3 = 219\text{W}$$

$$VEEI = \frac{219 \text{ W} \times 100}{22,40 \text{ m}^2 \times 92,06 \text{ lx}}$$

$$VEEI = 10,62 \text{ W/m}^2$$

ANEXO N. HALL DE UNIVIRTUAL H-513

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira FECHA: 29/03/2012 DIA: _____ NOCHE: X 1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área simétrica rectangular utilizada para circulación de personas (corredor)						
DIMENSIONES: LONGITUD: 3,5 m ANCHO: 7 m ALTURA: 6,5 m PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Giplast/Concreto	Blanco/Gris	Lisa/Rugosa		X	
Techo	Giplast	Blanco	Lisa		X	
Piso	Baldosa	Gris Claro	Lisa	X		
Superficie de trabajo	N/A					
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo	N/A					
Luminarias, tipo	Lámparas Fluorescentes					
Especificación de las bombillas	Sylvania 2X35W					
bombillas por luminaria	2					
Número de luminarias	3					
Número de filas	1					
Luminarias por fila	3					
Altura del montaje	6,5 Metros					
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias	Limpio	Medio X			Sucio	
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira SECCIÓN: Quinto piso del bloque H

Dimensiones del Salón: Largo: 3,5 m Ancho: 7 m Altura: 6,5 m

Disposición de las luminarias en el local: **medición de iluminancia promedio en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más fila**

(La identificación de puntos de medición depende del local y la distribución de las luminarias.

Consultar el Numeral 490-1 del Capítulo 4 del RETILAP y fórmulas para el cálculo de Eprom)

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

Tabla de datos

Identificación de los puntos	DIA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana(AM)	Medio día(M)	Tarde(PM)		
r-1					
r-2					
r-3					
r-4					
r-5				225	
r-6				208	
r-7				514	
r-8				0	
q-1				320	
q-2				564	
q-3					
q-4					
q-5					
q-6					
q-7					
q-8					
t-1					
t-2					
t-3					
t-4					
p-1				424	
p-2				169	
p-3					
p-4					
Eprom				172,5	

CALCULOS EPROM

$$E_{prom} = \frac{Q(N - 1) + P}{N} [lx]$$

Datos de ecuación	
Q	110,5
P	296,5
N	3

$$E_{prom} = \frac{(110,5)(3 - 1) + 296}{3} [lx]$$

$$E_{prom} = 172,5 \text{ lx}$$

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{prom}}$$

$$\text{Potencia tubo} = 32 \text{ W}$$

$$\text{Perdidas balasto} = 9 \text{ W}$$

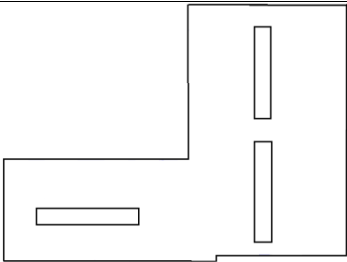
$$P_{\text{total lampara}} = (2 \times 32 \text{ W} + 9 \text{ W}) \times 3 = 219 \text{ W}$$

$$VEEI = \frac{219 \text{ W} \times 100}{24,90 \text{ m}^2 \times 172,5 \text{ lx}}$$

$$VEEI = 5,09 \text{ W/m}^2$$

ANEXO O. UNIVIRTUAL OFICINA H-513

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira						
FECHA: 29/03/2012 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades administrativas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 3,5 m ANCHO: 4 m ALTURA: 2,23 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Giplast/Concreto	Blanco/Gris	Lisa/Rugosa		X	
Techo	Giplast	Blanco	Lisa		X	
Piso	Baldosa	Gris Claro	Lisa	X		
Superficie de trabajo	Madera	Marrón Claro				
Equipo o Máquina	N/A			X		
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo	N/A					
Luminarias, tipo	Lámparas Fluorescentes					
Especificación de las bombillas	Sylvania 2X32W					
bombillas por luminaria	2					
Número de luminarias	3					
Número de filas						
Luminarias por fila						
Altura del montaje	2,2 Metros					
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias	Limpio	Medio X		Sucio		
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si <u> </u> No <u>X</u>						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira SECCIÓN: Quinto piso del bloque H

Dimensiones del Salón: Largo:3,5 Ancho: 4 m Altura: 2,23 m

Disposición de las luminarias en el local: áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila.

(La identificación de puntos de medición depende del local y la distribución de las luminarias.

Consultar el Numeral 490-1 del Capítulo 4 del RETILAP y fórmulas para el cálculo de Eprom)

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

Tabla de datos

Identificación de los puntos	DIA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana(AM)	Medio día(M)	Tarde(PM)		
r-1					
r-2					
r-3					
r-4					
r-5				578	
r-6				600	
r-7				610	
r-8				620	
q-1				580	
q-2				564	
q-3					
q-4					
q-5					
q-6					
q-7					
q-8					
t-1					
t-2					
t-3					
t-4					
p-1				640	
p-2				600	
p-3					
p-4					
Eprom				301,75	

CALCULOS EPROM

$$E_{\text{prom}} = \frac{R(N-1)(M-1) + Q(N-1) + T(M-1) + P}{NM} \text{ [lx]}$$

Datos de ecuación	
R	301
Q	286
T	0
P	620
N	2
M	2

$$E_{\text{prom}} = \frac{301(2-1)(2-1) + 286(2-1) + 0(2-1) + 620}{(2)(2)} \text{ [lx]}$$

$$E_{\text{prom}} = 301,75 \text{ lx}$$

Eficiencia energética en las instalaciones (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{\text{prom}}}$$

$$\text{Potencia tubo} = 32 \text{ W}$$

$$\text{Perdidas balasto} = 9 \text{ W}$$

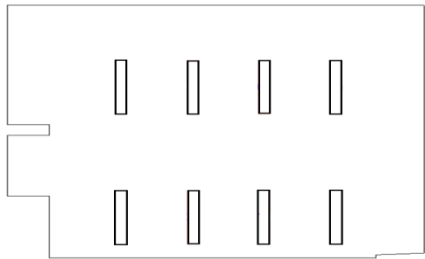
$$P_{\text{total lámpara}} = (2 \times 32 \text{ W} + 9 \text{ W}) \times 3 = 219 \text{ W}$$

$$VEEI = \frac{219 \text{ W} \times 100}{17,31 \text{ m}^2 \times 301,75 \text{ lx}}$$

$$VEEI = 4,19 \text{ W/m}^2$$

ANEXO P. SALA DE REUNIONES BELLAS ARTES H-514

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira						
FECHA: 29/03/2012 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades administrativas - académicas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 7 m ANCHO: 8 m ALTURA: 2,8 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Giplast/Concreto	Blanco/Gris	Lisa/Rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Baldosa	Gris Claro	Lisa	X		
Superficie de trabajo	Madera	Marrón Claro				
Equipo o Máquina	N/A			X		
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Sylvania 2X32W				
bombillas por luminaria		2				
Número de luminarias		8				
Número de filas		2				
Luminarias por fila		2				
Altura del montaje		2,8 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X		Sucio	
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si ___ No <u>X</u>						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira SECCIÓN: Quinto piso del bloque H

Dimensiones del Salón: Largo: 7 m Ancho: 8 m Altura: 2,8 m

Disposición de las luminarias en el local: **medición de iluminancia promedio en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas.**

(La identificación de puntos de medición depende del local y la distribución de las luminarias.

Consultar el Numeral 490-1 del Capítulo 4 del RETILAP y fórmulas para el cálculo de Eprom)

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

Tabla de datos

Identificación de los puntos	DIA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana(AM)	Medio día(M)	Tarde(PM)		
r-1				632	
r-2				577	
r-3				289	
r-4				322	
r-5				657	
r-6				642	
r-7				338	
r-8				341	
q-1				238	
q-2				360	
q-3				283	
q-4				193	
q-5					
q-6					
q-7					
q-8					
t-1				384	
t-2				361	
t-3				441	
t-4				435	
p-1				260	
p-2				271	
p-3					
p-4					
Eprom				396,75	

CALCULOS EPROM

$$E_{\text{prom}} = \frac{R(N-1)(M-1) + Q(N-1) + T(M-1) + P}{NM} \text{ [lx]}$$

Datos de ecuación	
R	474,75
Q	268,5
T	405,25
P	265,5
N	2
M	4

$$E_{\text{prom}} = \frac{474,75(2-1)(4-1) + 268,5(2-1) + 405,25(4-1) + 265,5}{(2)(4)} \text{ [lx]}$$

$$E_{\text{prom}} = 396,75 \text{ lx}$$

Eficiencia energética en las instalaciones (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{\text{prom}}}$$

$$\text{Potencia tubo} = 32 \text{ W}$$

$$\text{Perdidas balasto} = 9 \text{ W}$$

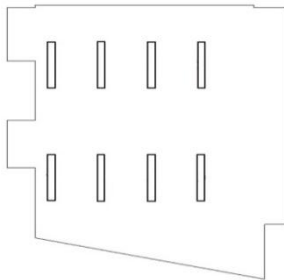
$$P_{\text{total lámpara}} = (2 \times 32 \text{ W} + 9 \text{ W}) \times 8 = 584 \text{ W}$$

$$VEEI = \frac{584 \text{ W} \times 100}{55,91 \text{ m}^2 \times 396,75 \text{ lx}}$$

$$VEEI = 2,63 \text{ W/m}^2$$

ANEXO Q. SALON DE CLASE H-515

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira						
FECHA: 29/03/2012 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para actividades administrativas - académicas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 10 m ANCHO: 9 m ALTURA: 2,8 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Giplast/Concreto	Blanco/Gris	Lisa/Rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Baldosa	Gris Claro	Lisa	X		
Superficie de trabajo	Madera	Marrón Claro				X
Equipo o Máquina	N/A			X		
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Sylvania 2X32W				
bombillas por luminaria		2				
Número de luminarias		8				
Número de filas		2				
Luminarias por fila		2				
Altura del montaje		2,8 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X		Sucio	
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si No <u>X</u>						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira SECCIÓN: Quinto piso del bloque H

Dimensiones del Salón: Largo: 7 m Ancho: 8 m Altura: 2,8 m

Disposición de las luminarias en el local: medición de iluminancia promedio en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas.

(La identificación de puntos de medición depende del local y la distribución de las luminarias.

Consultar el Numeral 490-1 del Capítulo 4 del RETILAP y fórmulas para el cálculo de Eprom)

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

Tabla de datos

Identificación de los puntos	DIA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana(AM)	Medio día(M)	Tarde(PM)		
r-1				570	
r-2				321	
r-3				582	
r-4				333	
r-5					
r-6					
r-7					
r-8					
q-1				400	
q-2				387	
q-3				154	
q-4				139	
q-5					
q-6					
q-7					
q-8					
t-1					
t-2					
t-3				316	
t-4				222	
p-1				208	
p-2				62	
p-3					
p-4					
Eprom				185,71	

CALCULOS EPROM

$$E_{prom} = \frac{R(N-1)(M-1) + Q(N-1) + T(M-1) + P}{NM} \text{ [lx]}$$

Datos de ecuación	
R	225,75
Q	270
T	134,5
P	135
N	2
M	4

$$E_{prom} = \frac{225,75(2-1)(4-1) + 270(2-1) + 134,5(4-1) + 135}{(2)(4)} \text{ [lx]}$$

$$E_{prom} = 185,71 \text{ lx}$$

Eficiencia energética en las instalaciones (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{prom}}$$

$$\text{Potencia tubo} = 32 \text{ W}$$

$$\text{Perdidas balasto} = 9 \text{ W}$$

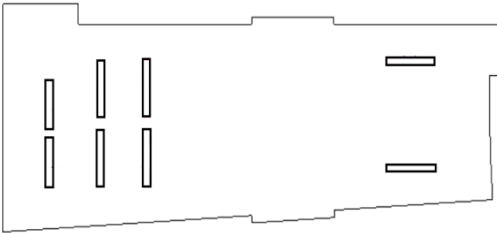
$$P_{\text{total lámpara}} = (2 \times 32 \text{ W} + 9 \text{ W}) \times 8 = 584 \text{ W}$$

$$VEEI = \frac{584 \text{ W} \times 100}{62,36 \text{ m}^2 \times 185,71 \text{ lx}}$$

$$VEEI = 5,04 \text{ W/m}^2$$

ANEXO R. HALL

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira						
FECHA: 29/03/2012 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para circulación de personas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 10 m ANCHO: 9 m ALTURA: 2,8 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Giplast/Concreto	Blanco/Gris	Lisa/Rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Baldosa	Gris Claro	Lisa	X		
Superficie de trabajo	N/A					
Equipo o Máquina	N/A			X		
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Sylvania 2X32W				
bombillas por luminaria		2				
Número de luminarias		8				
Número de filas		4				
Luminarias por fila		2				
Altura del montaje		6 Metros y 3 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X		Sucio	
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si ___ No <u>X</u>						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira SECCIÓN: Quinto piso del bloque H

Dimensiones del Salón: Largo: 16 m Ancho: 7 m Altura: 6 m y 3 m

Disposición de las luminarias en el local: medición de iluminancia promedio en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas.

(La identificación de puntos de medición depende del local y la distribución de las luminarias.

Consultar el Numeral 490-1 del Capítulo 4 del RETILAP y fórmulas para el cálculo de Eprom)

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

Tabla de datos

Identificación de los puntos	DIA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana(AM)	Medio día(M)	Tarde(PM)		
r-1				291	
r-2				277	
r-3				528	
r-4				295	
r-5				265	
r-6				270	
r-7				316	
r-8				312	
q-1				386	
q-2				354	
q-3				276	
q-4				262	
q-5					
q-6					
q-7					
q-8					
t-1				346	
t-2				267	
t-3				420	
t-4				370	
p-1				240	
p-2				211	
p-3					
p-4					
Eprom				319,375	

CALCULOS EPROM

$$E_{prom} = \frac{R(N-1)(M-1) + Q(N-1) + T(M-1) + P}{NM} [lx]$$

Datos de ecuación	
R	319,25
Q	319,5
T	350,75
P	225,5
N	2
M	4

$$E_{prom} = \frac{319,25 (2-1)(4-1) + 319,5 (2-1) + 350,75 (4-1) + 225,5}{(2)(4)} [lx]$$

$$E_{prom} = 319,375 \text{ lx}$$

Eficiencia energética en las instalaciones (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{prom}}$$

$$\text{Potencia tubo} = 32 \text{ W}$$

$$\text{Perdidas balasto} = 9 \text{ W}$$

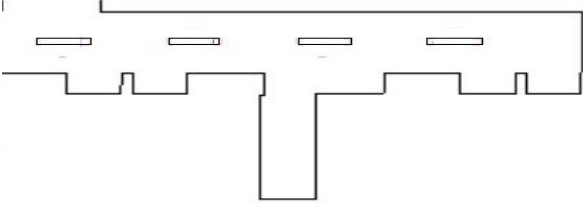
$$P_{\text{total lampara}} = (2 \times 32 \text{ W} + 9 \text{ W}) \times 8 = 584 \text{ W}$$

$$VEEI = \frac{584 \text{ W} \times 100}{82,82 \text{ m}^2 \times 319,375 \text{ lx}}$$

$$VEEI = 2,20 \text{ W/m}^2$$

ANEXO S. PASILLO A1

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira						
FECHA: 29/03/2012 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para circulación de personas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 19,5 m ANCHO: 2 m ALTURA: 4 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Giplast/Concreto	Blanco/Gris	Lisa/Rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Baldosa	Gris Claro	Lisa	X		
Superficie de trabajo	N/A					
Equipo o Máquina	N/A			X		
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Sylvania 2X32W				
bombillas por luminaria		2				
Número de luminarias		4				
Número de filas		1				
Luminarias por fila		1				
Altura del montaje		4 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X		Sucio	
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si ___ No <u>X</u>						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira SECCIÓN: Quinto piso del bloque H

Dimensiones del Salón: Largo: 19,5 m Ancho: 2 m Altura: 7 m

Disposición de las luminarias en el local: medición de iluminancia promedio en áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila.

(La identificación de puntos de medición depende del local y la distribución de las luminarias.

Consultar el Numeral 490-1 del Capítulo 4 del RETILAP y fórmulas para el cálculo de Eprom)

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

Tabla de datos

Identificación de los puntos	DIA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana(AM)	Medio día(M)	Tarde(PM)		
r-1					
r-2					
r-3					
r-4					
r-5					
r-6					
r-7					
r-8					
q-1				132	
q-2				142	
q-3				135	
q-4				140	
q-5				120	
q-6				126	
q-7					
q-8					
t-1					
t-2					
t-3					
t-4					
p-1				63	
p-2				148	
p-3					
p-4					
Eprom				100,9	

CALCULOS EPROM

$$E_{\text{prom}} = \frac{Q(N - 1) + P}{N} [\text{lx}]$$

Datos de ecuación	
Q	99,375
P	105,5
N	4

$$E_{\text{prom}} = \frac{(99,375)(4 - 1) + 105,5}{4} [\text{lx}]$$

$$E_{\text{prom}} = 100,9 \text{ lx}$$

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{\text{prom}}}$$

$$\text{Potencia tubo} = 32 \text{ W}$$

$$\text{Perdidas balasto} = 9 \text{ W}$$

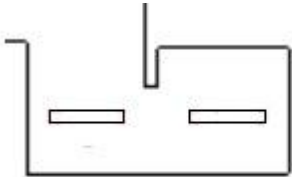
$$P_{\text{total lámpara}} = (2 \times 32 \text{ W} + 9 \text{ W}) \times 4 = 292 \text{ W}$$

$$VEEI = \frac{292 \text{ W} \times 100}{39 \text{ m}^2 \times 100,9 \text{ lx}}$$

$$VEEI = 7,42 \text{ W/m}^2$$

ANEXO T. PASILLO A2

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira						
FECHA: 29/03/2012 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para circulación de personas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 2,59 m ANCHO: 5,38 m ALTURA: 4 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Giplast/Concreto	Blanco/Gris	Lisa/Rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Baldosa	Gris Claro	Lisa	X		
Superficie de trabajo	Madera	Café	Lisa			X
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Sylvania 2X32W				
bombillas por luminaria		2				
Número de luminarias		2				
Número de filas		1				
Luminarias por fila		2				
Altura del montaje		4 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X		Sucio	
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si No <u>X</u>						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira SECCIÓN: Quinto piso del bloque H

Dimensiones del Salón: Largo: 5,38 m Ancho: 2 m Altura: 4 m

Disposición de las luminarias en el local: **Áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila. simétricamente en dos o más filas**

(La identificación de puntos de medición depende del local y la distribución de las luminarias.

Consultar el Numeral 490-1 del Capítulo 4 del RETILAP y fórmulas para el cálculo de Eprom)

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

Tabla de datos

Identificación de los puntos	DÍA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana(AM)	Medio día(M)	Tarde(PM)		
r-1					
r-2					
r-3					
r-4					
r-5					
r-6					
r-7					
r-8					
q-1				138	
q-2				159	
q-3					
q-4					
q-5					
q-6					
q-7					
q-8					
t-1					
t-2					
t-3					
t-4					
p-1				101	
p-2				100	
p-3					
p-4					
Eprom				87,37	

CALCULOS EPROM

$$E_{\text{prom}} = \frac{Q(N - 1) + P}{N} \text{ [lx]}$$

Datos de ecuación	
Q	37,125
P	100,5
N	2

$$E_{\text{prom}} = \frac{(37,125)(2 - 1) + 100,5}{2} \text{ [lx]}$$

$$E_{\text{prom}} = 68,81 \text{ lx}$$

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{\text{prom}}}$$

$$\text{Potencia tubo} = 32 \text{ W}$$

$$\text{Perdidas balasto} = 9 \text{ W}$$

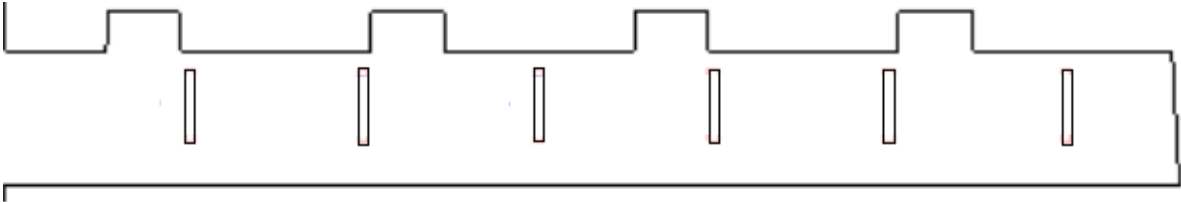
$$P_{\text{total lámpara}} = (2 \times 32 \text{ W} + 9 \text{ W}) \times 2 = 146 \text{ W}$$

$$VEEI = \frac{146 \text{ W} \times 100}{16,06 \text{ m}^2 \times 68,81 \text{ lx}}$$

$$VEEI = 13,21 \text{ W/m}^2$$

ANEXO U. PASILLO A3

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira						
FECHA: 29/03/2012 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para circulación de personas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 25 m ANCHO: 2,6 m ALTURA: 4 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Giplast/Concreto	Blanco/Gris	Lisa/Rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Baldosa	Gris Claro	Lisa	X		
Superficie de trabajo	Madera	Café	Lisa			X
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Sylvania 2X32W				
bombillas por luminaria		2				
Número de luminarias		6				
Número de filas		1				
Luminarias por fila		6				
Altura del montaje		4 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X		Sucio	
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si ___ No <u>X</u>						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira SECCIÓN: Quinto piso del bloque H

Dimensiones del Salón: Largo: 25 m Ancho: 2,6 m Altura: 4 m

Disposición de las luminarias en el local: **Áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila. simétricamente en dos o más filas**

(La identificación de puntos de medición depende del local y la distribución de las luminarias.

Consultar el Numeral 490-1 del Capítulo 4 del RETILAP y fórmulas para el cálculo de Eprom)

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

Tabla de datos

Identificación de los puntos	DÍA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana(AM)	Medio día(M)	Tarde(PM)		
r-1					
r-2					
r-3					
r-4					
r-5					
r-6					
r-7					
r-8					
q-1				98	
q-2				107	
q-3				98	
q-4				102	
q-5				95	
q-6				104	
q-7				104	
q-8				119	
t-1					
t-2					
t-3					
t-4					
p-1				81	
p-2				117	
p-3					
p-4					
Eprom				100,875	

CALCULOS EPROM

$$E_{\text{prom}} = \frac{Q(N - 1) + P}{N} [\text{lx}]$$

Datos de ecuación	
Q	103,375
P	99
N	6

$$E_{\text{prom}} = \frac{(103,375)(6 - 1) + 99}{6} [\text{lx}]$$

$$E_{\text{prom}} = 102,645 \text{ lx}$$

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{\text{prom}}}$$

$$\text{Potencia tubo} = 32 \text{ W}$$

$$\text{Perdidas balasto} = 9 \text{ W}$$

$$P_{\text{total lámpara}} = (2 \times 32 \text{ W} + 9 \text{ W}) \times 6 = 438 \text{ W}$$

$$VEEI = \frac{438 \text{ W} \times 100}{70,01 \text{ m}^2 \times 102,645 \text{ lx}}$$

$$VEEI = 6,09 \text{ W/m}^2$$

TOTAL PASILLO A

$$\text{Área total} = 125,07 \text{ m}^2$$

Superficie	E _{prom} (lx)	VEEI	Área	Área (%)
Pasillo A1	100,9	7,42	39 m ²	31,18
Pasillo A2	68,81	13,21	16,06 m ²	12,84
Pasillo A3	102,64	6,09	70,01 m ²	55,97

$$E_{\text{prom}} (\text{Total}) = (100,9)(0,3909) + (68,81)(0,1078) + (102,64)(0,5012)$$

$$E_{\text{prom}} = 39,441 \text{ lx} + 7,417 \text{ lx} + 51,44 \text{ lx}$$

$$E_{\text{prom}} = 98,298 \text{ lx}$$

$$VEEI (\text{Total}) = (7,42)(0,3118) + (13,21)(0,1284) + (6,09)(0,5597)$$

$$VEEI (\text{Total}) = 2,31 \text{ lx} + 1,69 \text{ lx} + 3,4 \text{ lx}$$

$$VEEI (\text{Total}) = 7,4 \text{ lx}$$

ANEXO V. PASILLO B1

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira						
FECHA: 29/03/2012 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para circulación de personas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 16,8 m ANCHO: 2,6 m ALTURA: 4 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Giplast/Concreto	Blanco/Gris	Lisa/Rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Baldosa	Gris Claro	Lisa	X		
Superficie de trabajo	Madera	Café	Lisa			X
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Sylvania 2X32W				
bombillas por luminaria		2				
Número de luminarias		4				
Número de filas		1				
Luminarias por fila		4				
Altura del montaje		4 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X		Sucio	
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira SECCIÓN: Quinto piso del bloque H

Dimensiones del Salón: Largo: 16,8 m Ancho: 2,6 m Altura: 4 m

Disposición de las luminarias en el local: **Áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila. simétricamente en dos o más filas**

(La identificación de puntos de medición depende del local y la distribución de las luminarias.

Consultar el Numeral 490-1 del Capítulo 4 del RETILAP y fórmulas para el cálculo de Eprom)

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

Tabla de datos

Identificación de los puntos	DÍA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana(AM)	Medio día(M)	Tarde(PM)		
r-1					
r-2					
r-3					
r-4					
r-5					
r-6					
r-7					
r-8					
q-1					
q-2					
q-3				151	
q-4				149	
q-5				138	
q-6				155	
q-7				134	
q-8				122	
t-1					
t-2					
t-3					
t-4					
p-1				143	
p-2				47	
p-3					
p-4					
Eprom				80	

CALCULOS EPROM

$$E_{\text{prom}} = \frac{Q(N - 1) + P}{N} [\text{lx}]$$

Datos de ecuación	
Q	106,125
P	95
N	4

$$E_{\text{prom}} = \frac{(106,125)(4 - 1) + 95}{4} [\text{lx}]$$

$$E_{\text{prom}} = 103,343 \text{ lx}$$

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{\text{prom}}}$$

$$\text{Potencia tubo} = 32 \text{ W}$$

$$\text{Perdidas balasto} = 9 \text{ W}$$

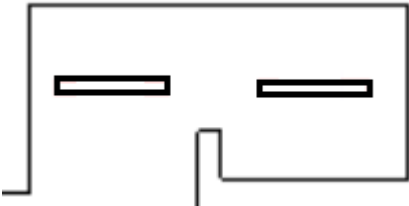
$$P_{\text{total lámpara}} = (2 \times 32 \text{ W} + 9 \text{ W}) \times 4 = 292 \text{ W}$$

$$VEEI = \frac{292 \text{ W} \times 100}{47,56 \text{ m}^2 \times 103,34 \text{ lx}}$$

$$VEEI = 5,94 \text{ W/m}^2$$

ANEXO W. PASILLO B2

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira						
FECHA: 29/03/2012 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para circulación de personas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 5,4 m ANCHO: 2,6 m ALTURA: 4 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Giplast/Concreto	Blanco/Gris	Lisa/Rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Baldosa	Gris Claro	Lisa	X		
Superficie de trabajo	Madera	Café	Lisa			X
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo	N/A					
Luminarias, tipo	Lámparas Fluorescentes					
Especificación de las bombillas	Sylvania 2X32W					
bombillas por luminaria	2					
Número de luminarias	2					
Número de filas	1					
Luminarias por fila	2					
Altura del montaje	4 Metros					
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias	Limpio	Medio X		Sucio		
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira SECCIÓN: Quinto piso del bloque H

Dimensiones del Salón: Largo: 5,4 m Ancho: 2,6 m Altura: 4 m

Disposición de las luminarias en el local: **Áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila. simétricamente en dos o más filas**

(La identificación de puntos de medición depende del local y la distribución de las luminarias.

Consultar el Numeral 490-1 del Capítulo 4 del RETILAP y fórmulas para el cálculo de Eprom)

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

Tabla de datos

Identificación de los puntos	DIA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana(AM)	Medio día(M)	Tarde(PM)		
r-1					
r-2					
r-3					
r-4					
r-5					
r-6					
r-7					
r-8					
q-1					
q-2					
q-3				0	
q-4				152	
q-5					
q-6					
q-7					
q-8					
t-1					
t-2					
t-3					
t-4					
p-1				101	
p-2				140	
p-3					
p-4					
Eprom				78,375	

CALCULOS EPROM

$$E_{prom} = \frac{Q(N - 1) + P}{N} [lx]$$

Datos de ecuación	
Q	36,25
P	120,5
N	2

$$E_{prom} = \frac{(36,25)(2 - 1) + 120,5}{2} [lx]$$

$$E_{prom} = 78,375 \text{ lx}$$

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{prom}}$$

$$\text{Potencia tubo} = 32 \text{ W}$$

$$\text{Perdidas balasto} = 9 \text{ W}$$

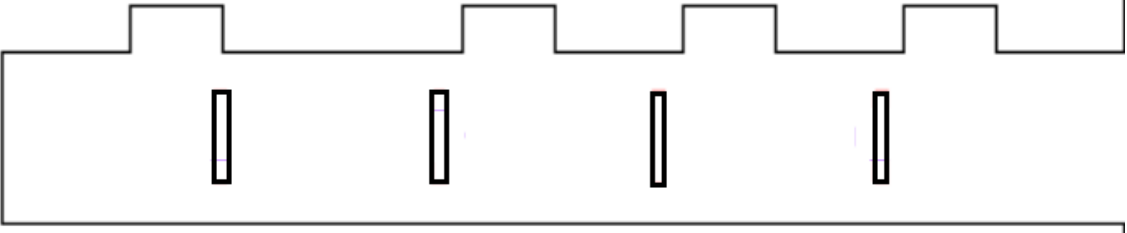
$$P_{total \text{ lampara}} = (2 \times 32 \text{ W} + 9 \text{ W}) \times 2 = 146 \text{ W}$$

$$VEEI = \frac{146 \text{ W} \times 100}{14,04 \text{ m}^2 \times 78,375 \text{ lx}}$$

$$VEEI = 13,26 \text{ W/m}^2$$

ANEXO X. PASILLO B3

Formato 1. Inspección general del área o puesto de trabajo

INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira						
FECHA: 29/03/2012 DIA: _____ NOCHE: X						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: Área asimétrica utilizada para circulación de personas						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: 19,2 m ANCHO: 2,6 m ALTURA: 4 m						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Giplast/Concreto	Blanco/Gris	Lisa/Rugosa		X	
Techo	Concreto	Gris	Rugosa		X	
Piso	Baldosa	Gris Claro	Lisa	X		
Superficie de trabajo	Madera	Café	Lisa			X
Equipo o Máquina	N/A					
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo		N/A				
Luminarias, tipo		Lámparas Fluorescentes				
Especificación de las bombillas		Sylvania 2X32W				
bombillas por luminaria		2				
Número de luminarias		2				
Número de filas		1				
Luminarias por fila		4				
Altura del montaje		4 Metros				
Espacios entre luminarias						
Condición de las luminarias		Limpio	Medio X		Sucio	
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
Estudios realizados anteriormente: Si No <u>X</u>						

Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Universidad Tecnológica de Pereira SECCIÓN: Quinto piso del bloque H

Dimensiones del Salón: Largo: 19,2 m Ancho: 2,6 m Altura: 4 m

Disposición de las luminarias en el local: **Áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila. simétricamente en dos o más filas**

(La identificación de puntos de medición depende del local y la distribución de las luminarias.

Consultar el Numeral 490-1 del Capítulo 4 del RETILAP y fórmulas para el cálculo de Eprom)

EQUIPO DE MEDIDA: Luxómetro

Tabla de datos

Identificación de los puntos	DÍA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana(AM)	Medio día(M)	Tarde(PM)		
r-1					
r-2					
r-3					
r-4					
r-5					
r-6					
r-7					
r-8					
q-1				96	
q-2				100	
q-3					
q-4					
q-5				85	
q-6				85	
q-7					
q-8					
t-1					
t-2					
t-3					
t-4					
p-1				93	
p-2				77	
p-3				96	
p-4				100	
Eprom				55,56	

CALCULOS EPROM

$$E_{\text{prom}} = \frac{Q(N - 1) + P}{N} [\text{lx}]$$

Datos de ecuación	
Q	45,75
P	85
N	4

$$E_{\text{prom}} = \frac{(45,75)(4 - 1) + 85}{4} [\text{lx}]$$

$$E_{\text{prom}} = 55,56 \text{ lx}$$

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES (VEEI)

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{\text{prom}}}$$

$$\text{Potencia tubo} = 32 \text{ W}$$

$$\text{Perdidas balasto} = 9 \text{ W}$$

$$P_{\text{total lámpara}} = (2 \times 32 \text{ W} + 9 \text{ W}) \times 4 = 292 \text{ W}$$

$$VEEI = \frac{292 \text{ W} \times 100}{55,168 \text{ m}^2 \times 55,56 \text{ lx}}$$

$$VEEI = 9,52 \text{ W/m}^2$$

TOTAL PASILLO B

$$\text{Área total} = 116,76 \text{ m}^2$$

Superficie	E _{prom} (lx)	VEEI	Área	Área (%)
Pasillo B1	103,34	5,94	47,56 m ²	40,73
Pasillo B2	78,375	13,26	14,04 m ²	12,02
Pasillo B3	55,56	9,52	55,16 m ²	47,24

$$E_{\text{prom}} (\text{Total}) = (103,34)(0,4019) + (78,375)(0,1291) + (55,56)(0,4688)$$

$$E_{\text{prom}} = 41,53 \text{ lx} + 10,118 \text{ lx} + 26,04 \text{ lx}$$

$$E_{\text{prom}} = 76,88 \text{ lx}$$

$$VEEI (\text{Total}) = (5,94)(0,4073) + (13,26)(0,1202) + (9,52)(0,4724)$$

$$VEEI (\text{Total}) = 2,41 \text{ lx} + 1,59 \text{ lx} + 4,49 \text{ lx}$$

$$VEEI (\text{Total}) = 8,49 \text{ lx}$$